فى المعركة

الكيمياء فى الحرب

بقلم :
الدكتور رفعت ابراهيم سليم

في المعركة

الكيمياء في الحرب

بقلم : الدكتور رفعت إبراهيم سليم

مقدمة

لم تكن الحرب التى خاضتها بلادنا ـ ولا زلنا فى معمعتها حتى الآن ـ حرب جنود ومعدات حربية بقدر ما كانت حربا علمية بالمعنى الصحيح • فقد كان أحد أسلحتها النار والمتفجرات التى أنتجهـا العدو بناء على أسس علمية سليمة ودراسة وافية • ولم يكن التقدم التكنولوچى الذى ظهر فى هذه الحرب كذلك وليد مصـادفة أو نسج خيال ، ولكنه كان نتيجة علم وخبرة وتطبيق •

وان ما شاع من استعمال قنابل النابالم الحارقة ، وانتشارها على مدى واسع تحدث عنه العالم أجمع ، كان هو الحافز على نشر هذه العجالة البسيطة عن المواد الكيميائية الحربية ، حتى تساعـد القارىء العادى والمتخصص على السواء على استيعاب ناحيـة من نواحى العلم الحديث ، ومدى التقدم الذى يساير تطوره وازدهاره •

وان ما يحويه هذا الكتيب الصغير من المامة سريعة بموضـوع من أهم موضوعات السـاعة لمن الأمور الملحة للتعرف على ماهية العلم ، ومدى تدخله فى كل ناحية من نواحى حياتنا صغيرة كانت أم كبيرة ، فى الحـرب والسلم على السواء • كما أن ما به كذلك ليس الا نوعا من العـلم التطبيقى الذى لا يمكن الوصول اليـه الا بدراسة نظرية بحتة ، على أسس متينة من العلم الأكاديمى الخالص • وهكذا نجد أن العـلم الأكاديمى هو الأساس لكل تقدم • ثم اذا ما توفرت لدينا بعد ذلك كل الآراء وكل النظريات أمكن تطبيقها فى شتى المجالات الحيـوية التى تهم حياتنا ، ومن هنـا كان العلم

التطبيقى • فاذا ما وجه هذا العلم التطبيقى وجهة معينة سمى علما ملتزما ، أى أنه يخدم ناحية بذاتها من نواحى الحياة •

ولكم كان جميلا من المسئولين عن الثقافة فى بلدنا أن يعملوا على نشر هذه السلسلة العلمية التى تتيح للجميع فرصة رائعة للتزود من مناهل العلم والمعرفة ـ وهما خير زاد فى الحياة ـ اذ ليس العلم قاصرا على الخاصة فقط بل هو للعامة كذلك ، فالنهضة لا تقوم الا على أكتاف العلم وبمعاونة كل السواعد العاملة •

وانى لأرجو أن يكون فى هذا الكتيب بعض ما يشجع على الاستزادة من العلم فى شتى المجالات ومختلف التخصصات ، وخصوصا وأنى لم أذكر به كل التفاصيل الدقيقة لكل ما كتب عنه ، بل تركت ذلك للقارىء المتخصص وحتى لا يخرج الكتاب عن غرضه الأصلى وهو توصيل العلم للجميع •

المواد المتفجـــرة

لكى نبدأ موضوعا كهذا لا بد لنا من التعرف على ماهيــة تلك المواد وما هو المقصود بكلمة مواد متفجرة • ويمكننا فى هذه الحالة القول بأن المادة المتفجرة هى مادة يمكن أن تتحول ـ عند اشعالها أو تعريضها للحرارة أو الصدمات أو الاحتكاك أو الاتصال بعوامل أخرى مساعدة ـ الى مواد أخرى تختلف عن المادة الأصلية وتكون أكبر حجما مثل الغازات •

وقد تكون هذه المادة المتفجرة بسيطة أو معقدة التركيب (تتكون من عديد من المواد المختلفــة فى حالة تجمع مع بعضها البعض) • كما قد تكون كذلك فى صورة صلبة أو على شكل سائل •

ويصحب تحول المادة من صورة الى أخرى وظهور ذلك الحجم الكبير من الغازات انطلاق كمية عظيمة من الطاقة فى صورة حرارة تعمل بدورها على تمدد الغازات الناتجة وزيادة حجمها الى الدرجة التى ينتج عنها الانفجارات المروعة التى نعرفها جميعا عن المتفجرات• ويحدث فى بعض الأحيان أن تتحول المادة المتفجرة ببطء ، وبدرجة يمكن التحكم فيها الى غاز ، وفى هذه الحالة لا تنفجر تلك المواد بل يعمل انطلاق هذه الكمية الكبيرة من الغاز على قذف جسم آخر الى مســـافات طويلة ، ومن أمثلة ذلك ما يحدث عند اطلاق الأعـــيرة النارية • وللمواد المتفجرة آثار مدمرة وخصوصا اذا تم تحللها الى الصورة الغازية فى حيز ضيق أو محدود السعة الى حد ما ، كمـــا يحدث فى القنابل • وتزداد قوة التفجير وبالتالى شدة التدمير التى تنتج عنــه عندما يتم الانفجار بدون تقدير لــكمية المواد المتفجــرة

المستعملة أو بدون حساب لـكمية الغاز المنطلق منهـا ، ولكن اذا أمكن حساب كميات المواد المتفجرة وأمكن كذلك انتحكم فى ظروف انفجارها من حيث الزمن والمكان الذى ستكون فيه ، فأنها تعطى فى تلك الحالة النتائج المطلوبة ، وبدقة تامة ، كما يحدث عند تفتيت الصـخور التى تحتوى على خامات معدنيـة أو فى المناجم بأنواعها المختلفة •

وتخدم المواد المتفجرة فى اتجاهين : فى الحرب وفى الصـناعة أيام السلم • ففى الصناعة ينتج عن استعمال المتفجرات توفـير الكثير من الطاقات البشرية التى تعمل ليس فقط فى تفتيت الصخور وتطهير الأرض وحفر الخنادق ومناجم الفحم وغيره ، بل تعمل كذلك فى الصواريخ وآلات الديزل والذخيرة •

ويمكن فى هذا المجـال ذكر ما يزيد على مائة وخمسـين مادة كيميائيـة تصلح للاستعمال كمواد متفجرة ، تستخـدم خمس وسبعون مادة منها فى الصناعة فقط ، وتستخدم خمس وأربعون أخرى كمواد متفجرة حربية خالصة ، بينما يستعمل العدد الباقى فى أغراض الاتجاهين ؛ الحرب والسلم على السواء •

الطاقة الكامنة فى المواد المتفجرة :

تعتبر المواد المتفجرة مخازن هائلة للطاقة • وتعطى المتفجرات السائلة كميات من الطاقة أكبر مما تعطى المواد المتفجرة الصلبة •

وترجع قوة المتفجرات المدمرة الى التحول السريع للمواد الصلبة أو السائلة الى الحالة الغازية ، وذلك عن طريق احتراق الكربون والهيدروچين اللذين تتـكون منهما المتفجرات ، وتحولهما الى غاز

ثانى أوكسيد الكربون وبخار الماء • ويتم هذا الاحتراق الكامل بمساعدة غاز الأوكسچين • ولا يوجد الأوكسچين فى المواد المتفجرة بحالته الغازية التى نعرفها بل يدخل فى تركيب مواد كيميائية تخلط مع المتفجرات وتكون مصدرا له • كما تخلط بالمواد المتفجرة عادة مواد أخرى خاملة لا تتحول الى غازات ، بل تظل كما هى حتى بعد الانفجار • وتعمل هذه المواد الخاملة على تقليل حساسية المتفجرات عند تعبئتها أو شحنها أو تفريغها •

ويمكن الاستدلال على الفرق بين الاحتراق العادى البطىء الذى يحدث عند اشتعال البنزين أو الكحول مثلا والذى يمكن تتبعه بالعين ، وبين تحلل المتفجرات الذى يتم بسرعة هائلة لا يمكن تتبعها بل يستدل عليها بنتائجها وآثارها •

وتعرف عملية الاحتراق بأنها اتحاد المادة بالأوكسچين اتحادا سريعا خاطفا • والمسحوق الأسود أو « مسحوق البارود » مثل من أمثلة المواد المتفجرة بطيئة الانفجار ، ورغم ذلك فانها تحترق بسرعة كبيرة جدا عندما تعبأ فى عبوات أسطوانية ، وتطلق بسرعة تقترب من ٣٥٠ مترا فى الثانية ، ولذلك يفضل المسحوق الأسود فى تفجير المناجم حتى لا تحدث أضرار للمنجم نفسه • أما الديناميت فيعتبر مثلا من أمثلة المواد سريعة الانفجار اذ ينطلق بسرعة تتراوح بين ١٦٠٠ ـ ٧٠٠٠ متر فى الثانية •

ويبين الجدول التالى كلا من درجات الحرارة القصوى التى يمكن الوصول اليها عند حرق بعض أنواع الوقود والمواد المتفجرة ، وحجم الغازات الناتجة عند درجات الحرارة المذكورة ، وكذلك كميات الطاقة الناتجة من كل رطل من المادة المستعملة •

المادة	درجة حرارة الاحتراق	حجم الغاز الناتج قدم٢/١٠٠ رطل	كمية الطاقة قدم/رطل
جازولين (بنزين السيارات)	٣٩٠٠° م	٨٣٠٠٠	١٦٠٠٠٠٠٠
نيتروجلسرين	٤١٥٠° م	١٤٤٠٠	٢٠٥٠٠٠٠
ديناميت مخلوط	٢٦٢٠° م	٩١٠٠	١٥٢٠٠٠٠
مسحوق أسود	٢٣٥٠° م	٥٢٠٠	٩٥٨٠٠٠

ويتضح من الجدول السابق مدى ضخامة الطاقة المنطلقة من احتراق البنزين ، وأنه يعطى كذلك أعلى درجة حرارة يمكن الوصول اليها ، ولهذا فانه يستعمل فى تكوين بعض أنواع القنابل الحارقة الشديدة الأثر كما سيأتى ذكره فيما بعد ٠

ويمكن تقريب ضخامة حجم الغاز المنطلق والناتج عن الاحتراق الى ذهن القارىء ، اذا علمنا أن الصفيحة سعة ٢٠ لترا يصل حجمها الى ثلاثة أرباع القدم المكعب فقط ٠

خواص المفرقعات :

تتميز المواد المتفجرة عامة بخاصيتين تعتبران من أهم خواصها وهما : شدة الانفجار وسرعته ، وعلى تلك الخاصيتين يتوقف قياس قوة المتفجرات ٠ وتعتمد قوة الانفجار — أو بمعنى آخر شدته — على ضغط الغازات الناتجة عن تفجير كمية معينة أو حجم معين من المادة المتفجرة ٠ وعلى هذا يلزم لكل نوع من الأماكن أو الأبنية أو المناجم نوع معين من المتفجرات يلائمه حتى يمكن التحكم فى كمية الانفجار ومداه ٠ فمثلا عند هدم منشآت ضخمة يجب استعمال متفجرات قوية وسريعة ، بينما يلزم لمنشآت أخرى بسيطة استعمال متفجرات أقل قوة وأقل سرعة ٠

ومن خواص المفرقعات كذلك حساسيتها للصدمات والاحتكاك والحرارة • ويتوقف على معرفة نوع حساسيتها تحديد كيفية انتاجها ووسائل تعبئتها وشحنها ، لتفادى ما قد ينجم عن سوء تقدير كيفية معالجتها •

ومن أهم الأمور كذلك حساسية المواد المتفجرة للرطوبة ، اذ يتوقف على هذا العامل مدى قابليتها للتخزين دون أن تتعرض للانفجار أو التلف •

وهكذا تتباين المتفجرات بأنواعها المتعددة من حيث حساسيتها للصدمات ومن حيث سهولة انفجارها ومدى انتشارها واندلاع اللهب أو تصاعد الغازات منها •

وعلى هذا الأساس يمكن تقسيم المواد المتفجرة الى نوعين رئيسيين :

أ ـ متفجرات شديدة الانفجار :

فى هذا النوع من المتفجرات تنتقل صدمة الانفجار بسرعة كبيرة خلال الكتلة المتفجرة مما ينتج عنه تهتك جدران الغلاف الذى يحتويها (القنابل مثلا) • وتبلغ هذه المتفجرات من الحساسية الدرجة التى لا تصلح معها أن تكون شحنة متفجرة بذاتها بل تعمل فى هذه الحالة عمل مادة بادئة ، أي تساعد على بدء انفجار أكبر وأشمل •

ب ـ متفجرات بطيئة الانفجار :

يتميز هذا النوع من المتفجرات بانخفاض درجة انتشارها وبأنها تعطي عند احتراقها قوة دافعة كبيرة ، وعلى هذا فهى تعمل كمادة قاذفة تبعث بالمواد المتفجرة بعيدا عن أماكن اطلاقها •

وهناك بعض المتفجرات الشديدة الانفجار مثل مادة التتريل Tetryl تكون وسطا بين النهايتين ، فلا هى سريعة الانفجار شديدته ، ولا هى ضعيفة الإنفجار بطيئته ، وعلى ذلك فهى تجمع بين صفات النوعين ، كما أنها حساسة جدا ، ورغم ذلك فهى تصلح فى الوقت نفسه كمادة متفجرة فى الذخيرة ذات العيار الصغير ، وذلك اذا اتخذت لها الاحتياطات المناسبة • ولذلك فانه من الأسلم ـ وهو ما يحدث فعلا ـ أن توضع تلك المواد داخل الذخيرة فى المسافة التى تفصل بين الشحنة المتفجرة والمادة المفجرة ذاتها وذلك لسلامة عملية التفجير •

أسس تحضير المتفجرات :

من المعلوم أنه لكى تعمل المواد الكيميائية المتفجرة بكفاية تنتج الأثر المطلوب ، لا بد من أن تحتوى على الأوكسچين ومواد أخرى مؤكسدة • ولا يكون الأوكسچين فى المتفجرات فى صورة غاز ، بل يوجد فى شكل مركبات كيميائية يدخل هو فى تركيبها مثل أملاح النترات والكلورات • وتستعمل هذه المركبات جنبا الى جنب مع بعض المواد الأخرى التى تسهل أكسدتها واحتراقها مثل الفحم والكبريت • والى جانب هذا فهناك بعض المواد المتفجرة التى يدخل الأوكسچين فى تركيبها مثل نترات السليلوز ، ومادة ثلاثى تيترو التولوين Tri-Nitro-Toluene T.N.T.

وتلزم للمتفجرات كمية معينة من الأوكسچين تكفى لحرقها حرقا تاما ، ولكن تحتوى بعض المواد المتفجرة على الأوكسچين بكمية أكبر مما يلزم للاحتراق وذلك مثل مادة النيتروچلسرين ، بينما يحتوى نوع آخر من المتفجرات على كمية من الأوكسچين أقل مما يلزم لعملية الاحتراق الكامل ، ولذلك تظهر كمية كبيرة من الدخان الأسود مصاحبة لانفجار تلك المواد مثل ما يحدث عند انفجار مادة

ال T.N.T. • ولتمثيل ذلك فى حياتنــا اليومية فاننا نلاحظ جميعا انطلاق الدخان الأسود من مداخن قطارات السكك الحديدية فى بعض الأحيان ، ويكون ذلك نتيجة لتحكم السائق فى كمية الهــواء الداخل لعملية احتراق الوقود بالدرجة التى لا تكفى لحرقه احراقا تاما ــ وهكذا فانه ينبغى لــكى نعمل على تصحيح نسـبة توازن الأوكسچين اللازم لعملية الاحتراق فى هذا النوع من المواد المتفجرة، أن تضــاف الى المتفجرات ذاتها كمية من مادة كيميائية تحــوى الأوكسچين فى تركيبهــا مثل نترات البوتاسيوم أو الأمونيــوم • (نترات الأمونيوم هى نترات النشادر ، وهى المادة التى تستعمل لتسميد النبات وتنتجها شركة كيما بأسوان) •

وتتكون الغــازات الناتجــة عادة عن احتراق المواد المفرقعــة وانفجــارها من غاز النيتروچين وأول أوكســيد الــكربون وثانى أوكسيد الكربون وبخار الماء •

وتكون تلك الغازات ساخنة بالدرجة التى تسمح بتمددها الى حد كبير يساعد بجانب حجمها الأصلى الكبير على الانفجار •

وهنــاك عدة عوامل رئيسية يمكن بواســطتها قياس الطاقــة الكلية للانفجار ويمكن تلخيصها فيما يلى :

١ ــ الحرارة الناتجة عن الانفجار •

٢ ــ أقصى درجة حرارة يمكن الوصول اليها وقياسها •

٣ ــ أحجام النواتج الغازية •

٤ ــ الضغط الناشىء بداخل الغلاف الذى يحتوى على المادة المتفجرة (القنبلة مثلا) •

ويجدر بنا أن نذكر فى هــذا المجال أن معدل الطاقة الناتجة يدل على مدى فاعلية الانفجار وشدته ، كما ينبغى كذلك أن نعلم

أن درجة انفجار شحنة من المواد المتفجرة تزداد بازدياد كثافتها ، اذ أن صب مصهور مادة فى غـــلاف قنبلة يعد أكثر فاعلية وأكبر حجما من حشوها بمواد حبيبية غير متماسكة بينها مسافات تعمل على الاقلال من حجم المـادة الفعالة • ولهذا السبب فانه يبدو من الأهمية بمكان تقدير درجة انصهار المواد المتفجرة الصلبة • ومن المعلوم كذلك أن درجة انصهار مادة .T.N.T هى حوالى ٨٠° م أى أنها مادة سهلة الانصهار (أى تحويلها من الحالة الصلبــة الى الحالة السائلة) • ونجد كذلك أن مادة مثل حامض البكريك لهـا درجة انصهار تساوى ١٢٣° م (حامض البكريك مادة كيميائيـــة صلبة شديدة الانفجار تذوب فى المـــاء وتعطى محلولا أصفر اللون هو ما يســتعمل فى مداواة الحـروق) • (ويمكن مقارنة درجات الانصـــهار هذه ، وادراك كنهها اذا ما علمنـــا أن درجة غليان المـاء ١٠٠° م) ونخلص من هــذا الى أنه ينبغى فى بعض الأحيـــان أن تستعمل مخلوطا من مادتين متفجرتين حتى نرفع درجة انصهار مادة ذات درجة انصهار منخفضة أو نخفض من درجة انصهار مادة أخرى درجة انصهارها مرتفعة •

وفى هذا المجال كذلك يمكن القول بأنه فى بعض الأحيـــان تضاف بعض المركبات المعدنية أو مسحوق المعادن ذاتها الى المساحيق التى لا دخان لها حتى تصبح غير قابلة للاشتعال عند درجات الحرارة المنخفضة ، كما قد تضاف كذلك بعض المواد التى تمتص الحرارة الى مساحيق المتفجرات ، كى يمكن التحكم فى فترة ظهور اللهب ، وحتى تكون أكثر أمانا تحت الظروف المختلفـــة التى تستعمل فيها فى المناجم وغيرها •

وتتحكم المـادة الخام الى حد كبير جدا فى مدى اختيار أصلح أنواع المواد المتفجرة من حيث درجة انتشارها وطريقة الحصـــول عليهـــا ، ومثالا لذلك فقد استعملت القوات الايطالية فى الحــرب السابقـــة نوعا من المتفجرات يمكن تحضيره من الكحـول الميثيلى

(وهو قريب من الكحول الذى نستعمله فى منازلنا والذى يسمى بالكحول الايثيلى (الاسبرتو) وهو مخلوط بقليل من الكحول الميثيلى السام حتى يصبح غير صالح للشرب) ولم تستعمل ايطاليا النوع الذى كان شائعا فى ذلك الوقت وهو التتريل وذلك لأنه يحتاج فى تحضيره الى كميات كبيرة من البنزين الذى لم يكن متوفرا حينئذ ٠

كذلك عندما وجد الألمان أنهم لا يملكون من المواد الدهنية القدر الكافى أثناء الحرب العالمية الثانية وبالتالى لم تكن لديهم الطاقة الانتاجية الكافية لتحضير الجلسرين (وهو ينتج أثناء عمل الصابون من المواد الدهنية) الذى يعتبر الخامة الرئيسية لانتاج مركب النيترو جلسرين شديد الانفجار ، بدأوا يفكرون فى تحضير مركب آخر يكون بديلا له ونجحوا فى ذلك الى كبير ٠

وهناك عوامل أخرى كثيرة يجب أخذها فى الاعتبار ونحن بصدد تقييم المواد المتفجرة ٠ من هذه العوامل :

١ ـ درجة سمية المواد الخام والمواد الوسيطة الداخلة فىانتاجها وكذلك درجة سمية الغازات الناتجة عن الانفجار ٠

٢ ـ ثباتها وعدم تحللها بطول مدة التخزين ومدى تأثرها بالرطوبة الجوية ودرجة الحرارة التى تختزن أو تستعمل عندها ٠

المتفجرات شديدة الانفجار

١ ـ النتروجلسرين :

سائل زيتى القوام أصفر اللون ولكنه عديم اللون وهو فى حالته النقية ٠ يتجمد هذا السائل (أى يتحول من الحالة السائلة التى هو

عليها الى الحالة الصلبة) عند درجة حرارة ١٣° م أى أنه يكون سائلا دائما فى الصيف ، ويتجمد فى بعض أيام الشتاء فقط عندما تصل درجة الحرارة الى أقل من درجة تجمده والنيتروجلسرين سائل شديد الحساسية للصدمات ٠

ويحضر فى الصناعة بتأثير كل من حامض النتريك المركز وحامض الكبريتيك المركز على الجلسرين النقى عند درجة حرارة ٣ م٠ ويضاف الجلسرين الى خليط الحامضين فى مدة تتراوح بين ٥٠ ـ ٦٠ دقيقة ٠ ويخزن النيتروجلسرين الناتج فى خزانات مبطنة بالرصاص ٠

٢ ـ الديناميت :

لقد كانت سرعة تأثر مادة النيتروجلسرين المتفجرة بالصدمات من أهم ما يعيب استعمالها ٠ اذ قد ينفجر الوعاء الذى يحويها بمجرد أن يصدم بجسم صلب عند نقله أو تعبئته ، حتى كانت الصدفة البحتة التى جعلت العالم نوبل Nobel (وهو صاحب جائزة السلام) يلاحظ فى عام ١٨٦٢ أن كميات كبيرة من مادة النيتروجلسرين السائلة يمكن أن تمتصها مادة أخرى تسمى الكيسلجور (وهى مادة يمكن تشبيهها الى حد كبير بالطمى فى بلادنا ولكن أكثر نقاء) ونتج عن ذلك مادة لدنة أمكن نقلها بسهولة واستعمالها بأمان كبير ٠ ولا تستعمل هذه المادة حاليا بالشكل الذى اكتشفها عليه نوبل اذ أن وجود ٢٥٪ من مادة الكيسلجور الخاملة تقلل من فاعلية النتروجلسرين كمادة متفجرة ، اذ أنها تمتص كمية كبيرة الطاقة المنطلقة أثناء عملية التفجير . وقد استبدلت الآن بمادة الكيسلجور هذه بمواد أخرى تمتص النيتروجلسرين مثل نشارة الخشب والدقيق ولب الخشب وقش الحبوب (التين) ، وذلك بعد أن تضاف اليها مواد مؤكسدة مثل نترات الصوديوم وكمية قليلة من مادة تقاوم فعل الحامض وتعمل على ايقاف تأثيره ـ (اذ يتبقى بعد تحضيره مادة النيتروجلسرين كمية من الحامض الزائدة تكون

سببا فى تحلل جزء منه) — مثل كربونات الكلسيوم وهى ما نسميه عادة بالحجر الجيرى •

أنواع الديناميت :

للنيتروجلسرين الذى يضاف اليه المواد السابق ذكرها (ويسمى الجميع فى هذه الحالة بالديناميت) أنواع متعددة يتوقف شدة انفجار كل منها على الغرض الذى تستعمل من أجله ، وكذلك على كمية وحجم الانفجار المطلوب •• وعلى هذا الأساس يمكن تحديد عدة أنواع من الديناميت أهمها :

أ — الديناميت المباشر (التجارى) :

يحتوى هذا النوع من الديناميت على ١٥ — ٦٠ ٪ من مادة النيتروجلسرين السائلة • أما بقية المكونات فتتكون من : مواد تمتص النيتروجلسرين ، مادة نترات الصوديوم ، مادة تمتص الحامض الزائد بجانب كمية ضئيلة من الرطوبة • ويعتبر الديناميت المباشر أساسا لقياس قوة أنواع الديناميت الأخرى • فاذا قيل ان مادة متفجرة قوتها ٦٠٪ مثلا فمعنى ذلك أن قوتها تعادل ٦٠٪ من قوة مثيلة حجمها من الديناميت المباشر •

ب — الديناميت الچيلاتينى :

يحتوى هذا النوع من الديناميت على خليط من ٤٥ — ٦٠ ٪ من الچيلاتين المتفجر (وهو الاسم الذى يطلق على النيتروجلسرين وهو فى الحالة الچيلاتينية) • ويحضر باضافة ٧ — ٨ ٪ من كولوديون القطن الى النيتروجلسرين • و ٥٥ — ٣٥ ٪ من لب الخشب ونترات الصوديوم • ويعتبر الديناميت الچيلاتينى أقوى أنواع الديناميت عامة ، وهو مادة صلبة باهتة اللون مطاطة الى حد

كبير ويمكن خلطها بمواد أخرى • وتمتاز بكثافتها العالية ومقاومتها الكبيرة لفعل الماء • وهى لا تنتشر بل تحتفظ بشكلها الذى تصنع عليه فى صورة قوالب أو أصابع أو عصى ••• الخ •

ولتحضير هذا النوع من الديناميت ، يخلط القطن فى صورة كولوديون (وهو عبارة عن ندف القطن مذابا فى حامض النتريك) مع المادة الماصة ، وهى لب الخشب مع نترات الصوديوم ، ويضاف الخليط الى النيتروجلسرين ويعبأ فى أوعية غير معدنية •

جـ ـ الديناميت النشادرى :

يقترب هذا النوع من الديناميت فى تركيبه كثيرا من تركيب الديناميت التجارى ، ولـكنه يحتوى فقط على ٤٠٪ من كميـة النيتروجلسرين المستعملة فى انتاج الديناميت التجارى ، وعلى هذا فهو أرخص ثمنا ولكنه لا يعطى انفجارا بالشدة التى تنجم عن انفجار الديناميت التجارى • ويتميز الديناميت النشادرى بقلة حساسيته للصدمات والاحتكاك وعدم قابليته للاشتعال •

ولتحضير هذا النوع من الديناميت صناعيا تجفف المادة الماصة والمكونات الأخرى ، ثم تخلط جميعها مع نترات الأمونيوم • تعبأ كل تلك المواد بعد خلطها آليا فى عبوات من الورق ثم تغلف بشمع البرافين ، وترص فى صناديق محاطة بنشارة الخشب •

د ـ الديناميت النشادرى الچيلاتينى :

يقارب هذا النوع من الديناميت فى خواصه كثيرا من خواص الديناميت الچيلاتينى ، ولـكن يستبدل جزء من النيتروجلسرين الداخل فى تركيبه بملح نترات الأمونيوم •

٣ ـ ثلاثى نيتروتولوين « تراى نيتروتولوين » T.N.T.

تعتبر هذه المادة من أهم المواد المتفجرة الحربية • ولقد كان معدل انتاجها اليومى عام ١٩٤١ فى أحد خطوط الانتاج الأمريكية هــو ٣٦٠٠٠ رطل ثم بلغ هذا الانتاج لنفس الخط فى منتصف عام ١٩٤٥ ما يقرب من ١٢٠٫٠٠٠ رطل ومنه يتضح مدى الزيادة المطردة فى انتاجه • ومادة T.N.T. صلبة تنتج فى صورة قشور تعبأ فى صناديق مبطنة بالورق •

ولتحضير ثلاثى نيترو التــولوين صناعيا يضـــاف خليط من حامض النتريك المركز وحامض الكبريتيك المركز الى التولوين فى أوعية من الصلب (التولوين مادة كيميائية سائلة قريبة الشبه من البنزين وهو أحد مشتقاته) •

٤ ـ السيكلونيت :

السيكلونيت مادة متفجرة ، تزيد قوتها ½ ١ مرة على قــوة T.N.T. ، وتتميز بثباتها الكبير وسهولة استعمالها • ومن عيوبها حساسيتها الشديدة للصدمات وسرعة انفجارها • ولقـــد أمكن تلافى عيب الحساسية هذا باضافة شمع العسل اليها مع خلطها بمادة T.N.T. الأقل حساسية • كما أمكن كذلك التغلب عــلى ارتفاع ثمنها بالبحث عن خامات بديلة لخامات انتاجها تكون أرخص سعرا ثم باختصار عدد خطوات تحضيرها حتى يمكن تفادى استعمال بعض المواد الوسيطة • ولقد بلغ الانتاج اليومى لأحد خطوط الانتاج خلال الحرب العالمية الثانيـــة ما يزيد على مليون رطل من مخلوط السيكلونيت مع T.N.T.

٥ ـ التتريل :

مادة شديدة الانفجار وتستعملها كثيرا القوات الأمريكيـــة • ويحضر التتريل فى الصناعة من البنزين (وهو بدوره أحد نواتج قطـــران الفحم) وعلى هذا يمكن القول بأن المواد الخـام اللازمة لتحضيره متوفرة ورخيصـــة ، كما أن طريقة تحضيره أسهل بكثير من أى من المتفجرات الأخرى • وهو يخلط مع مادة T.N.T.

٦ ـ حامض البكريك :

مادة صلبة صفراء اللون تذوب فى المـاء ، وهو مادة متفجرة بجانب كونه مادة طبية لمعالجة الحروق • ويحضر في الصناعة من البنزين وذلك بأكسدته باستعمال حامض النتريك المركز • وقـد يستعمل الفينول كذلك بدلا من البنزين فى تحضـــيره (الفينول مادة تأكل الجلد وهو يدخل فى صناعة صابون الفنيك ويعطيــــه رائحته المميزة التى نعرفها جميعا) •

٧ ـ الأماتول :

مادة متفجرة تتكون من ٥٠ ٪ من T.N.T. ، ٥٠ ٪ نترات أمونيوم • ولقد استحدثت هذه المادة أثناء الحرب العالمية الأولى •

٨ ـ بكرات الأمونيوم :

مادة متفجرة تنتج من اتحاد حامض البكريك السابق ذكره مع النشادر السائل • وتقل قوة تفجرها عن قوة مادة T.N.T.

٩ ـ مفرقعات الأوكسچين السائل :

تتكون مفرقعات الأوكسچين السائل أساسا من خليط من مادة كربونية تمتص الأوكسچين المسال ، وتتميز هذه المادة الكربونية

بأنها تحترق احتراقا تاما ، وينتج عن ذلك انطلاق كميات كبيرة من غاز ثانى أوكسيد الكربون التى تساعد على الانفجار • ومن عيوب مفرقعات الأوكسچين السائل أن قوتها ليست ثابتة ، اذ تتناقص باستمرار نتيجة لتطاير غاز الأوكسچين ، وبالتالى تقل قدرته على الانفجار والتحطيم •

متفجرات ليست للتدمير
(المواد الحافزة ، البادئة والمشعلة)

المواد الحافزة

المواد الحافزة هى مواد متفجرة ولكنها لا تستعمل أساسا فى عمليات التفجير الكبيرة ، بل تعمل بكميات قليلة فقط كمادة تساعد على الانفجار ، ومن تلك المواد فلمينات الزئبق وأزوتيد الرصاص ، وهما مادتان حساسيتان جدا للصدمات والحرارة والنار • وهما تستعملان غالبا فى الأعيرة النارية كمادة تعمل بانفجارها على قذف الطلقات بعيدا الى هدفها • كما أنها تساعد بجانب ذلك على بدء عملية الانفجار ذاتها •

وتحضر مادة فلمينات الزئبق بكميات قليلة نسبيا ، حيث يضاف الزئبق ببطء الى حامض النتريك المركز فتتكون مادة نترات الزئبق ثم يغلى الناتج مع الكحول مدة طويلة تترسب بعدها مادة فلمينات الزئبق • وغالبا ما تضاف كلورات البوتاسيوم الى فلمينات الزئبق حتى تعطى لهبا أكثر اتساعا وأقوى انتشارا • وقد يضاف اليها كذلك مسحوق الزجاج أو مادة T.N.T. (كلورات البوتاسيوم

مادة كيميائية تحتوى على الأوكسچين بكمية كبيرة ، وهى قابلة للانفجار كما أنها تستعمل فى الطب) •

المواد البـــادئة

المواد البادئة مجموعة من المواد المتفجرة توضع عادة فى غـلاف معدنى ، وهى لا تتكون دائما من واحد فقط من تلك المواد الحافزة الشديدة الانفجار والحساسية ، بل تتكون فى الغالب من مخاليط ، من مواد حساسة للاحتكاك مثل كلورات البوتاسيوم مضافا اليهـا قليـــل من مادة الصنفرة • ويستعمل المسحوق الأسود كمـادة بادئة •

المسحوق الأسود (مسحوق البارود) :

منذ القرن السادس عشر الميلادى والمسحوق الأسود معروف كمادة سريعة الاشتعال • وهو ذو تركيب يقترب كثيرا من النسب الآتية : ٧٥٪ نترات بوتاسيوم (وهى مادة تستعمل سمادا للنبات) ١٥٪ فحم ١٠٪ كبريت (وهو تلك المـــادة الصفراء المعروفة باسم كبريت العمود) • وهو التركيب الذى حضره الفرنسـيون • أما الانجليز فقد استعملوا المسحوق الأسود بالنسب الآتية :

٦ر٦٦٪ نترات بوتاسيوم ، ١ر١١٪ كبريت ، ٣ر٢٢٪ فحم •

ولقد أصبح التركيب الذى حضر به الفرنسيون المسحـــــوق الأسود هو السائد فى الاستعمال ويفضل عند تحضـــير المسحوق الأســود استعمال نترات الصوديوم بديلا عن نترات البوتاســيوم

لرخص ثمنه ولاحتوائه على كمية أكبر من الطاقة الذاتية التى تظهر آثارها عند الانفجار ، ولكن يعيب نترات الصوديوم أنه متميع اذ يمتص بخار الماء من الهواء الجوى بسرعة كبيرة ٠

أما المخاليط البطيئة الاشتعال فتتكون من نفس المواد التى يتكون منها المسحوق الأسود سريع الاشتعال ، ولكن باختلاف فى النسب التى تدخل بها فى تكوينه بحيث لا تتجاوز نسبة مادةنترات البوتاسيوم ٥٩٪ من الوزن الكلى للمسحوق ٠

وهناك نوع آخر من المسحوق الأسود يستعمل فى اشعال الحريق ، ويتكون من المواد التالية بالنسب المبينة : ٤٠٪ نترات بوتاسيوم ، ٣٠٪ فحم ، ١٥٪ كبريت ٠

وتتلخص عمليات تصنيع المسحوق الأسود فيما يلى :

تطحن المكونات كلها طحنا ناعما ، ثم تبتل وتخلط جيدا بحيث تصبح متجانسة تماما ٠ تضغط الخلطة كلها فى صورة كتل متوسطة الحجم ، تطحن الكتل على شكل حبيبات صغيرة ثم تجفف ٠ تجرى فى النهاية عملية غربلة بحيث تفصل الحبيبات ذات الأحجام الدقيقة عن الحبيبات ذات الأحجام المتوسطة عن تلك ذات الأحجام الكبيرة ٠ وتستعمل الحبيبات ذات الأحجام الدقيقة فى عمليات التفجير الصغيرة ، أما الحبيبات ذات الأحجام الكبيرة فيعاد طحنها من جديد الى الأحجام المتوسطة ٠ تغلف الحبيبات ذات الأحجام المتقاربة بعد ذلك بواسطة الجرافيت ٠ ويتم التحكم فى سير كل عمليات تحضير المسحوق الأسود عن بعد ، اذ أنها عمليات خطيرة وعرضة للانفجار فى أية لحظة ٠ وتوضع كل الآلات والمعدات اللازمة لعمليات التصنيع السابقة فى مبان ذات تصميم خاص ٠

منذ عام ١٨٦٠ والمسحوق عديم الدخان « غير المدخن » يعرف على أنه المادة القاذفة الوحيدة العالمية المستعملة في طلقات البنادق. ويتكون هذا المسحوق من مادة النيتروسليلوز الغروى ، أما الآن فقـد اسـتعمل النيتروجلسرين بجانب النيتروسليلـوز ، وذلك لخواصه التي تفوق النيتروسليلوز ، من هذه الخواص تحتل اللدانة المكان الأول ، وهى خاصية تسمح باستعماله فى قاذفات الصواريخ فى صورة أنابيب أو رقائق أو قشور ... الخ .

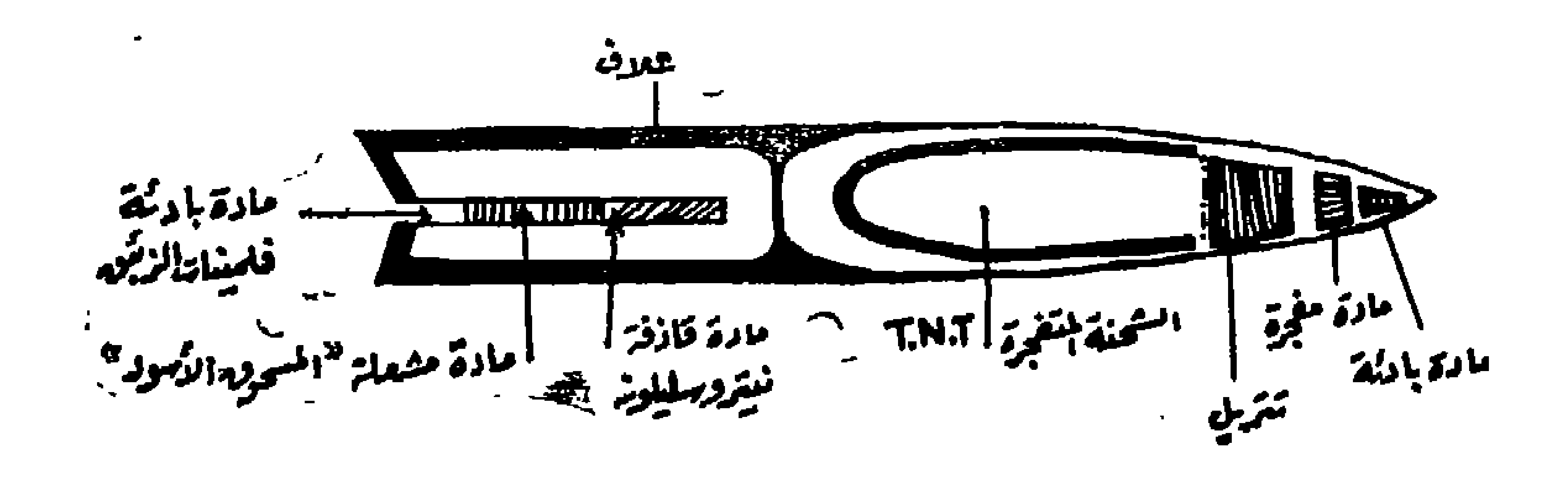
تصنيع النيتروسليولوز :

تحضر مادة النيتروسليلوز المتفجرة فى الصناعة بتأثير حامض النتريك المركز وحامض الكبريتيك المركز على السليلوز (وتعتبر ألياف القطن هى المصدر الرئيسى للسليلوز) . واذا ما استعمل حامض النتريك بكميـــة أكثر أو تركيز أكبر مما يلزم لانتـاج النيتروسليلوز ، فان النـــاتج لا يكون مادة النيتروسليلوز ، بل مركب متفجـــر آخر هو قطن البـــارود . وتبدأ عمليـة تصنيع النيتروسليلوز بتنقية ندف القطن من المواد الشمعية والبكتينيـة والمعدنيـــة العالقة به ثم غليه بعد ذلك فى محلول من الصـــودا الكاوية . وبعد انتهاء عمليـــة الغليان يضاف اليه مسحوق قصر الألوان (هيبوكلوريت الصوديوم) لازالة لونه وتبييضه . يجفف ندف القطن ثم يضاف اليه خليط من كل من حامض النتريك المركز وحامض الكبريتيك المركز بالكميـــة والتركيز المحسوبين لانتاج النيتروسليلوز حتى لا يتكون أى مركب آخر غيره .

وتشتعل مادة النيتروسليلوز بسرعة كبيرة تجعلها غير صالحة تماما للاستعمال كمادة قاذفة (يشترط في المادة القاذفة أن تشتعل ببطء) ولذلك فانه ينبغي تحويل النيتروسليلوز الى الحالة الغروية التى تكون فيها المادة معلقة في مادة أخرى وبذلك يقل تركيزها وتقل تبعا لذلك مساحة السطح الفعال فيها ثم تشـــكل بعد ذلك فى الصورة المناسبة •

ولتحضير الذخيرة المناسبة للأسلحة الصغيرة ودانات المدافع من عيار ٣٧ مم تجهز مادة النيتروسليلوز في شكل مسحوق ذى حبيبات كروية وتختلف طريقة تحضيره عن الطريقة السابقة فى التجهيز النهائى فقط لينتج الشكل الحبيبى المطلوب •

قنبلة عيار ٧٥ مم تحتوى على مواد شـديدة الانفجار وستة أنواع من المفرقعات تحتل كل منها مكانها فى الرسم •



شكل (١)

قاذفات الصواريخ :

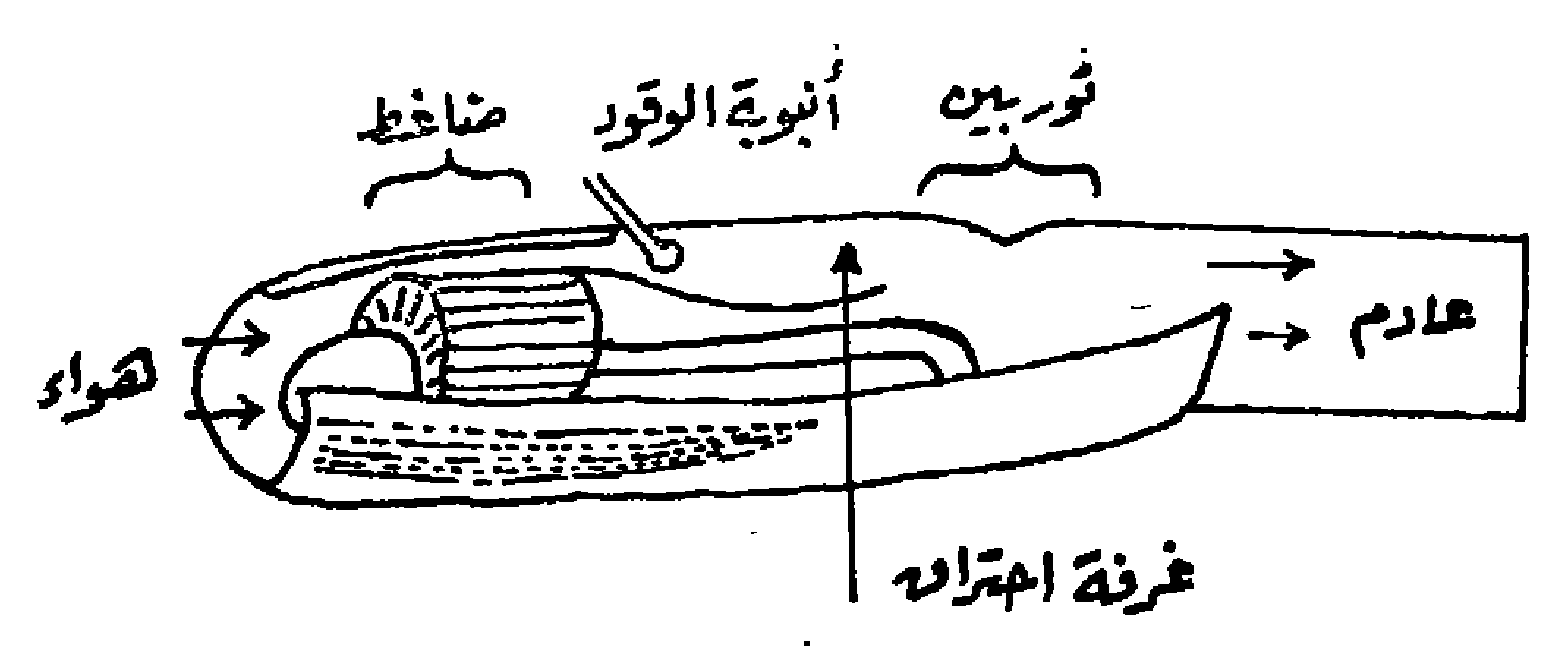
يعرف الصاروخ من وجهة النظر الحربية الخالصة بأنه قذيفـة ذاتيـة الدفع (أى تدفع نفسها بنفسـها من غير اسـتعمال مؤثر خارجى) تحمل وقـودا يحتوى على كمية كافيـة من الأوكسچين

اللازم لاحراق ذلك الوقود حرقا تاما بحيث لا يحتاج الى أوكسچين من الخارج •

وقد وجد أن أنسب وقود يستعمل لاطلاق الصواريخ هو الذى يتكون من مخلوط من مساحيق التفجير السابق ذكرها •

وتطلع مدافع البازوكا المضادة للدبابات صواريخ تحتوى على مادة قاذفة غير تلك التى توجد فى دانات المدافع العــادية ، وهى تفوقها حجما وفاعلية • وينبغي أن تحترق المادة القاذفة تماما قبل ان تترك القنبلة ماسورة المدفع وذلك حتى توفر الحماية الكافيــة للجندى الذى يطلقها ، وحتى تؤكد كذلك دقة اصابتها للهدف • ولا بد كذلك من أن يكون معدل احتراقها بطيئا ومتجانسا وموحدا، ولذلك فانه لا يلزم فى هذه الحالة استعمال مدافع ذات جــدران سميكة حتى تتحمل الضغط الهائل الذى ينتج عن الغازات المتخلفة عن الاحتراق •

وتختلف الصواريخ فى أحجامها فمنها الصغير ومنها المتوسط ومنها الكبير ولانتاج صواريخ أكبر من النوع الأول المستعمل فى مدافع البازوكا يمكن أن يصل نصف قطـرها الى ١٢سم ، كتلك الصواريخ التى تطلق عادة من مدافع السفن أو من الطائرات ، فانه ينبغى استعمال نوع آخر من المادة المتفجرة ، وتشكيلها فى صورة قضبان حتى تتلاءم مع شكل غلاف القنبلة الأسطوانى ، وحتى لا تسقط من فتحته السفلى ، وحتى يمكن أيضا الاستفادة من اتساع الدانة الكبير ومن احتراق قضبان المادة المتفجرة ، ولهذا فان معظم الصواريخ تكون على صورة اسطوانة مدببة من أحد طرفيها •



شـــكل (٢)

نموذج لآلة احتراق طائلة نفاثة حيث يدخل الهواء من مقدم الآلة ثم يضغط حتى يلتقى بالجازولين أو الكيروسين فيحرقه بمعدل سريع جدا • وتعمل الغازات الناتجة عن الاحتراق على ادارة توربين يشغل الضاغط ثم يخرج من فتحة ضيقة فى مؤخرة الطائرة ، وبذلك تندفع الطائرة الى الأمام •

ولقــد استعملت الولايات المتحدة الأمريكية مخلوطا لحشــو الصواريخ يتكون من قطن البارود مضافا اليه ما يساوى وزنه من مادة النيتروسليلوز ، الذى يعمل فى هذه الحالة ، بجانب كونه مادة متفجرة ، على اكساب المسحوق المتفجر اللدانة أو المرونة المطلوبة • يخلط مع المادتين السابقتين مادة كيميائية أخرى تعمل على تثبيت المتفجر بحيث لا يتحلل قبل ميعاد تفجيره •

ويمكن القول عامة : ان الصواريخ التى تقـــذف باستعمال مسحوق البارود تكون محدودة الحجم ولكن لانتاج صواريخ أكبــر حجما يحسن استعمال مخاليط من الوقود •

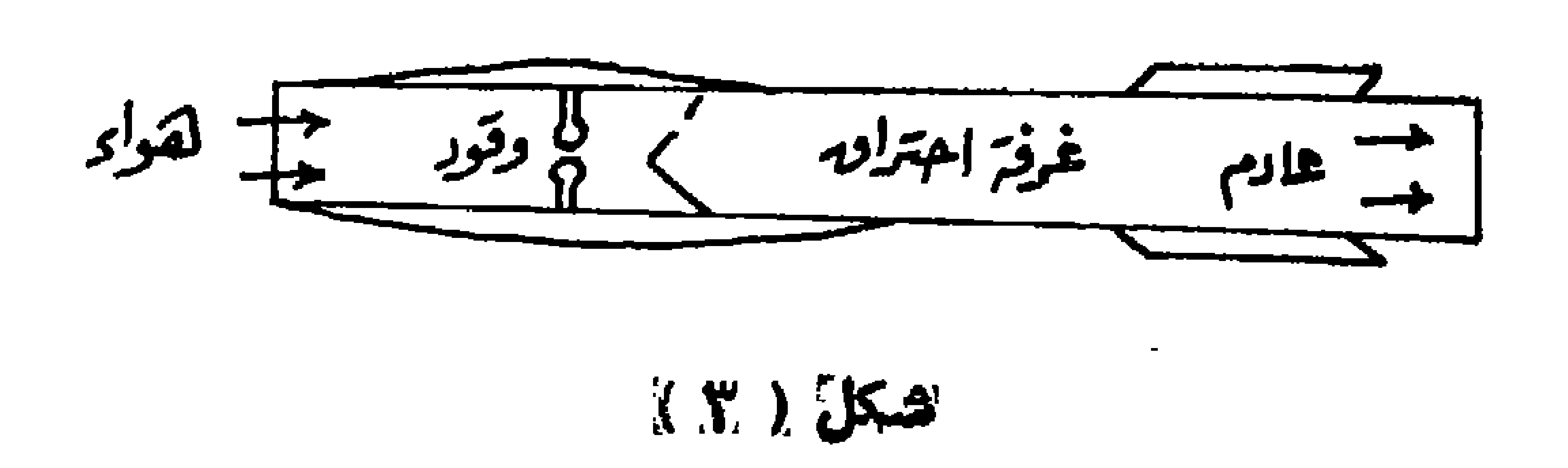
وللتدليل على مدى ضخامة حجم الوقود المستعمل لاطـلاق الصواريخ ، فانه يجدر بنا ذكر القنبلة الألمانية V-2 التى كانت

تحمل ١٨٥٠ رطلا من المواد شديدة الانفجار وتطلق بسرعة تقترب كثيرا من ٦٤٠٠ كيلومتر في الساعة والتى كانت تحمل فى نفس الوقت وقودا زنته ٤½ طنا من الكحول و ٥½ طنا من الأوكسچين السائل ، ويحترق الوقود كله وزنته ما يقرب من عشرة أطنان فى زمن قدره ٦٥ ثانية • وتدفع كل هذه الكمية الضخمة من الوقود الى غرفة الاحتراق باستعمال مضخة صغيرة قوتها ٤٠٠٠ حصان• وتنتج القوة الدافعة لتشغيل المضخة عن تحلل فوق أوكسيد الهيدروچين (وهو ما نسميه عادة بماء الأوكسچين) الىأوكسچين وبخار ماء •

ويمكن كذلك أن تستعمل الطاقة التى تنجم عن تحلل فوق أوكسيد الهيدروچين فى أغراض عديدة وبصور مختلفة • ففى توربينات الغواصات يمرر فوق أوكسيد الهيدروچين (ماء الأوكسچين) على طبقة من مادة برمنجنات البوتاسيوم (برمنجنات البوتاسيوم مادة كيميائية صلبة بنفسجية اللون تذوب فى الماء وتستعمل فى أغراض كثيرة منها التطهير من الميكروبات) فيتصاعد الأوكسچين الذى يستعمل فى حرق الوقود البترولى الذى يسير الغواصة • أما بخار الماء الناتج فيعمل مع ماء البحر على تكوين بخار ذى درجة حرارة عالية يمكن الاستفادة منه كمصدر من مصادر الطاقة فى الغواصة •

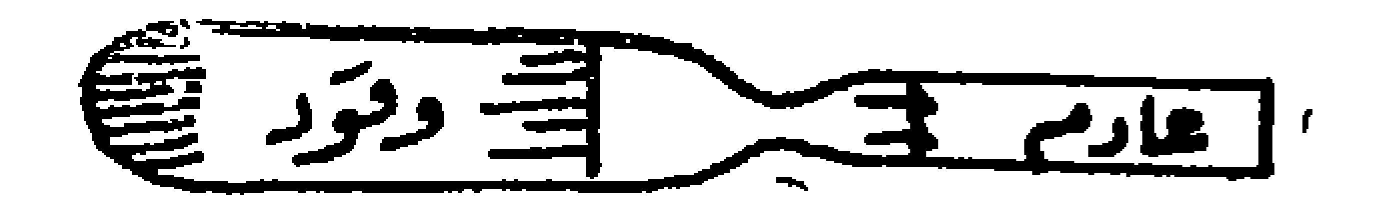
وفى بعض القذائف الصاروخية التى كانت تطلقها ألمانيا مثل قذيفة V — 1 يخلط محلول من برمنجنات البوتاسيوم مع فوق أوكسيد الهيدروچين كالحالة السابقة • ويكون دفع القذيفة فى هذه الحالة ناجما عن الدفع فى اتجاه يضاد اتجاه خروج غازات العادم الساخنة وهى فكرة الصواريخ عامة .

وتستعمل بعض أنواع الطائرات النفاثة الوقود البترولى مع مادة فوق أوكسيد الهيدروچين في وجود عامل حفاز يساعد على بدء تفاعلهما سويا ليتم الاحتراق الكامل للوقود ولانتاج الطاقة اللازمة لدفع الطائرة •



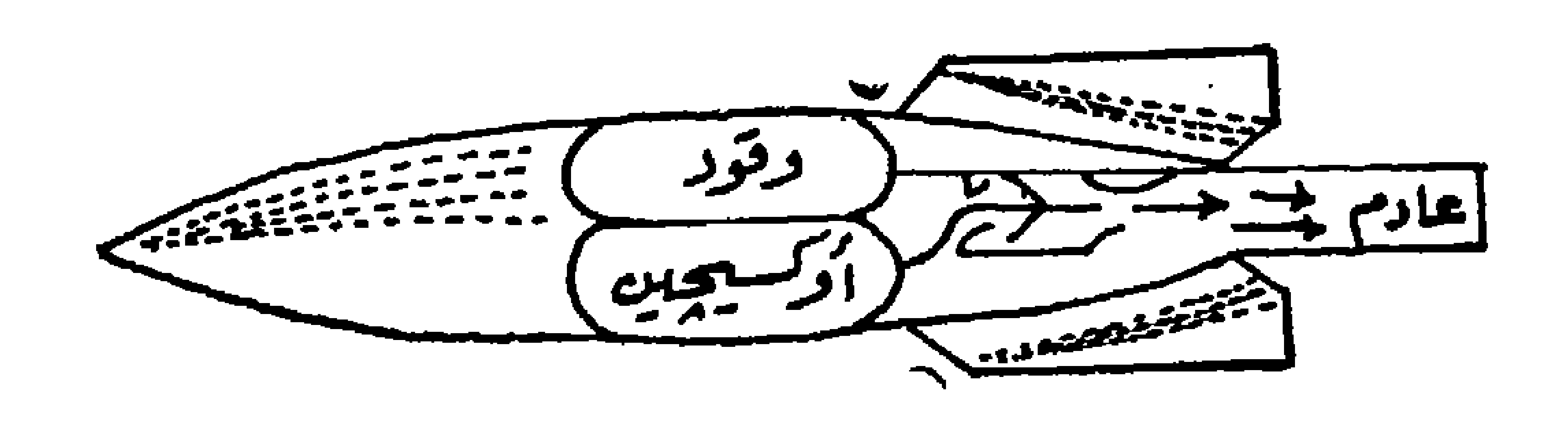
شكل (٣)

يمثل الشكل ابسط انواع النفاثات ويسمى « الموقد الطائر » ويسير بسرعة ٤٠٠ ميل فى الساعة فيندفع الهواء الى داخل الآلة حيث يحترق الوقود وتخرج غازات العادم من الذيل ونتيجة لذلك تندفع النفاثة الى الأمام .



شكل (٤)

يبين الشكل صاروخا قصير المدى ، يستعمل الوقود الصلب ويعمل كالصواريخ النارية



شكل (٥)

يبين الشكل صاروخا يحمل معـــه الأوكسجين اللازم لحرق وقوده وبذلك يمكنه العمل خارج نطاق الكرة الأرضية (لم تظهر به المواد المتفجرة التى فى الرأس) . تستعمل الصواريخ الألمانية 2 — V وقودا سائلا يحترق باستعمال الأوكسجين السائل

جدول مبين خواص واستعمالات بعض المتفجرات

الاسم	التركيب	سرعة التفجير متر ـ ثانية	الحساسية للصدمات	الصفات الأساسية	الاستعمالات
نتروجلسرين	ـــــ	٧٤٥٠	حساس جدا	سائل زيتى يطير عند درجة ٥٠ م	مكون للديناميت مفجر لابار البترول
ديناميت مباشر	١٥ـ٦٠٪نيتروجلسرين مع نترات صوديوم	تختلف حسب كمية النتيوجلسرين	منخفضة نسبيا	متجبن القوام ، لدن ، يعبأ فى عبوات ورقية ، يشعل بمادة مفجرة حساس للاحتكاك والحرارة	تفجير مناجم الفحم، الارض الصلبة الصخور الهشة .
ديناميت جيلاتينى	نيتروجلسرين مع كولوديون القطن	٦١٠٠	منخفضة	هلامى ، لايتأثر بالماء ، عنيف التأثير	تفجير الغواصات
T.N.T.	ـــــ	٦٨٠٠	منخفضة	يعبأ بعد صهره فى القنابل يدخن عند الانفجار	تفجير تحت الماء ، تعبئة القنابل .
اماتول	٥٠٪ T.N.T. ٥٠٪ نترات أمونيوم	٦٩٠٠	منخفضة	يعبأ بعد صهرة فى القنابل ، يعطى دخانا أبيض	بديل T.N.T.
خليط متفجرات نترات الامونيوم	٦٠٪ نترات أمونيوم ١٥٪ T.N.T. ١٨٪ ألومنيوم ٧٪ فحم	تختلف	منخفضة	لاينتشر كثير	الذخائر الصغيرة

الاسم	التركيب	سرعة التفجير متر ـ ثانية	الحساسية للصدمات	الصفات الأساسية	الاستعمالات
حامض البكريك	ـــــ	٧٠٠٠	عالية نسبيا	غير ثابت فى الصيف يكون مع النحاس أملاحا خطرة	بديل لمادة فلمينات الزئبق
بكرات الامونيوم	ـــــ	٦٥٠٠	منخفضة جدا	غير حساس للاحتكاك والصدمات يتحلل بالحرارة يعبأ فى القنابل بالضغط	قنابل شديدةالاحتراق
نترات النشا	ـــــ	تختلف	منخفضة	مسحوق أبيض شديدالالتهاب	شديدة الاحتراق
تتريل	ـــــ	٧٢٠٠	عالية نسبيا	حساس جدا للاستعمال كمادة قاذفة	قـذائف مضـادة للطائرات عيار ٤٠ مم
فلمينات الزئبق	ـــــ	٣٩٢٠	عالية جدا	سهل الانفجار عند الدق بدبوس	طلقات البنادق
أزيد الرصاص		٥٠٠٠	عالية نصف الفلمينات	يحتاج حرارة أعلى من فلمينات الزئبق لانفجاره	مادة بادئة فى الاعيرة النارية
المسحوق الاسود	٧٥٪ نترات بوتاسيوم ١٥٪ فحم ١٠٪ كبريت	٤٠٠	منخفضة	رخيص ، لهب مدخن	مادة بادئة ومشعلة وفى قنابل التحية والتجربة

كيميائيات أخرى حربية :

فى الفترة مابين الحرب العالمية الأولى والثانية أزداد الاهتمام بتطبيق الوسائل العلمية الحديثة على أساليب الحرب ازديادا كبيرا . ثم جاءت الحرب العالمية الثانية فأيدت هذا الاتجاه وشجعته ، وبهذا انتقلت الحرب الكيميائية من دور التأكيد على انتاج الغازات السامة بأنواعها الى دور انتاج المواد الحارقة كذلك: ونجحت فى هذا نجاحا كبيرا ثم بلغ التقدم مداه باستعمال البترول كمادة أولية لهذا الغرض . ومن هنا تظهر اهمية البترول كسلاح من أسلحة الحرب الحديثة الفعالة فى معركتنا التى نخوضها الآن .

ولقد كان استعمال الألمان لغاز الكلور السام فى ابريل عام ١٩١٥ ضد عدو لايملك القدرة على تحصين نفسه بداية لفكر جديد فى ميدان الحرب الكيميائية ، وليس بدعا فى هذه الناحية وهكذا لم يكن الألمان هم الذين بدأوا هذا النوع من الحروب ، اذ أن الثابت أن أول مجهود عرف فى هذا الشأن كان فى الحرب التى قامت بين الأسبرطيين واليونان القدماء (٤٣١ — ٤٠٤ قبل الميلاد) ، عندما حاصر الأسبرطيون مدينتى بلاتيا Platea وبليوم Belium ، فقد عمدوا الى احضار كتل من الخشب وغمروها فى الزفت حتى درجة التشبع ثم بعده وضعت فى الكبريت ، وقاموا بحرقها تحت جدران هاتين المدينتين على أمل أن تنهار مقاومة اليونانيين ويكون الهجوم أقل صعوبة والنصر أسهل منالا .

ولقد عرفت الغازات الحربية السامة كذلك فى الحروب فى العصور الوسطى وفى الحروب الحديثة على السواء .

وتغطى الحرب الكيميائية مجال الكيميائيات السامة وستائر الدخان والمواد الحارقة جنبا الى جنب مع وسائل انتشارها وطرق الوقاية منها فى نفس الوقت .

وتستعمل كلمة « غاز » فى الحرب الكيميائية كثيرا ، وهى تطلق على كل مادة غازية كانت أم سائلة أم صلبة تطلق فى الهواء وتسبب تهيجا فى الرئتين أو العينين او الجلد أو حروقا فى الجسم كله .

ولقد حرمت الغازات السامة فى الحروب بناء على قواعد أخلاقية بمقتضى ميثاق بين الغالبية العظمى من الدول ووقع فى عام ١٩٢٥ ، ومن المؤسف أن الولايات المتحدة الأمريكية كانت احدى دولتين لم توقعا على هذا الاتفاق .

وبالرغم من تحريم استعمال تلك الغازات دوليا فانه ينبغى على الدولة التى تكون طرفا فى نزاع حربى مسلح أن تستعد للدفاع عن نفسها ضد استعمالها . وليس الخوف من استعمال الغازات الحربية بواسطة الطرف الآخر هو العامل الوحيد فىعدم استعمالها ، بل ان طبيعة الحركة فى المعارك الحربية جعلت من استعمال الغازات أمرا غير طبيعى من الوجهة الحربية الخالصة ، اذ ربما تلقى الغازات على العدو فى أرض يحتلها بعد قليل الجيش المهاجم ولا تزال بها آثار من تلك الغازات فتعرقل تقدم الهجوم ولا تساعده ، وفى هذه الحالة يكون ضررها أكثر من نفعها . واذا رجعنا الى الحرب العالمية الثانية وجدنا أن الغازات الحربية لم تستعمل على نطاق واسع لعدم كفايتها ، ولذلك اتجه العلماء والباحثون فى هذا المجال الى تحسين طرق انتاجها وفاعليتها

ولقد كان لالقاء المواد الحارقة من الجو اثر فعال فى تخريب المنشآت الصناعية للعدو مما حدا بالباحثين فى هذا المجال الى استنباط أنواع جديدة من المواد الحارقة يمكن أن تعبأ بها القنابل وكان البترول أهم مادة أولية استعملت فى هذا الفرض لوفرته ورخص ثمنه وتنوع المنتجات التى يمكن تحضيرها منه ولكفاءة تلك المنتجات فى تأدية الفرض المطلوب .

ومن نتائج الأبحاث التى أجريت فى هذا الموضوع ظهور نوع من الكيميائيات الحربية يسمى بالمواد الحربية البترولية وهى مواد يستعمل فيها الجازولين السميك لتعبئة القنابل الحارقة واستغلالها كمادة أولية ثبتت أهميتها عند استعمالها فى قاذفات اللهب .

الغازات الحربية

تعتبر الغازات الحربية واحدة من المواد الكيميائية المستعملة فى الحروب غير المواد المتفجرة والمواد الحارقة ، وتكون الغازات الحربية المعروفة فى هذا المجال فى احدى صور ثلاث ، فهى اما فى شكل غازات أو على صورة سائل أو مواد صلبة . وهى تستعمل فى الحرب اما لاحداث الحرائق أو مختلف التأثيرات المادية بجانب بث الذعر فى نفس العدو .

ويختلف تأثير الغازات فى الحرب عن تأثير الأسلحة التقليدية المعروفة فيما يلى :

١ ــ لاتؤثر على حيز محدود ثابت بل تنتشر فى مساحة كبيرة .

٢ ــ قد تؤثر تأثيرا فوريا أو قد يدوم تأثيرها الى أمد طويل يستمر من دقائق حتى الأسابيع تبعا لنوع الغاز المستعمل .

٣ ــ تنتشر بسهولة فى الأركان وتنفذ الى الشقوق فى مساحات كبيرة بحيث تغطيها تماما وبذلك تصل الى كل الأجزاء مهما كانت طبيعة حمايتها .

٤ ــ تؤثر على كل الأشخاص فى مساحة معينة بالتساوى أما الأسلحة التقليدية فلا تقتل او تصيب الا من توجه اليه مباشرة .

٥ ــ تنتج آثارا كثيرة تتوقف على نوع الغاز المستعمل وعلى استعداد الأشخاص للتأثر بها وهكذا يختلف تأثيرها من مجرد اسالة الدموع الى الموت السريع .

٦ ــ تحدث اثرا نفسيا عميقا بجانب الأثر الفسيولوجى الذى يحدث فى اجهزة الجسم .

وكنتيجة لكل العوامل السابقة تستعمل الغازات الحربية ضد القوات المحاربة فى الأغراض الآتية :

١ ــ احداث اضرار خطرة «بخلاف الموت» وبذلك تؤثر على قوة العدو الضاربة وبالتالى تزيد من أعبائه فى تحمل مسئولية العناية بأعداد كبيرة من القوات المشلولة تماما عن العمل .

٢ ــ لتعمل على الاقلال من حرية حركة العدو وقواته الضاربة وذلك باجبارها على ارتداء الأقنعة الواقية التى تحد من حركته الجسمانية .

٣ ــ للاخلاء الجبرى لبعض المواقع ولاعادة احتلال البعض الآخر وذلك بملئها بغاز بطىء الانتشار ثابت لا يتحال .

٤ لبث شعور بالقلق والخوف من استعمال غاز آخر ، قد يتبادر الى ذهن العدو أنه أقوى اثرا .

وبجانب ما ذكر تستعمل الغازات خلف جبهة القتال لتعويق او لايقاف النشاط الصـــناعى للعدو ايقافا تاما ولتجعل من الامدادات والتموين مواد غير صالحة للاستعمال .

وتعمل الغازات فى نفس الوقت على بث الرعب فى نفوس السكان المدنيين بنشر القلق والخوف واضعاف روحهم المعنوية وبالتالى تعجيل شعورهم بالاستسلام .

خواص الغازات الحربية

لكى يكون الغاز صالحا للاستعمال للأغراض الحربية لابد من أن تتوفر فيه شروط معينة بعضها يختص بطريقة تحضيره ونشره ويتصل البعض الآخر بالاحتياجات التكتيكية .

المتطلبات الصناعية

١ ــ المواد الخام :

نظرا لاستعمال الغازات الحربية بكميات كبيرة فلابد من أن تكون المواد الأولية اللازمة لتصنيعها متوفرة ورخيصة حتى فى أيام الحرب . فاذا لم يتوفر لبلد الحصول على تلك الخامات ، كان لابد له من البحث عن مصادر أخرى من بلاد أخرى تمده بها بكميات تفى حتى بحاجات التخزين .

٢ ــ سهولة التصنيع :

ويأتى فى المقام الثانى من الأهمية بالنسبة للمواد الخام سهولة التصنيع اذ كلما زاد تعقيد طريقة انتاج الغازات زاد الاحتياج الى الخبراء والافراد المدربين والاجهزة المعقدة ، الأمر الذى يجب

تلافيه وخصوصا أيام الحرب ، اذ تعمل كل الأجهزة من أجل المجهود الحربى وامداد الجيش بالذخيرة والمعدات والمؤن .

٣ ـ الثبات الكيميائى :

ومن الأمور الهامة كذلك التى يتطلبها تحضير مركب كيميائى ناجح للاستعمال كغاز حربى سهولة تخزينه لفترة طويلة دون أن يتحلل أو يتجمع فى صورة مركب آخر قد لا يكون له الأثر المطلوب.

كما لا ينبغى كذلك ان يتأثر الغاز بالماء أو أن يكون تأثره فى اضيق الحدود حتى لا يفقد كل خواصه ، ولا تلزم احتياطات كثيرة عند تعبئته او نقله .

٤ ـ المقاومة للعوامل الطبيعية :

ينبغى الا يتأثر الغاز بالحالة الجوية مثل الحرارة والرطوبة أو بالضغط الناتج عن الانفجار عند القاء القنابل ووسائل الانتشار الأخرى . كما يجب كذلك ألا يكون قابلا للاشتعال ، اذ لو حدث واشتعلت محتويات قنبلة الغاز عند القائها فستفقد القنبلة محتوياتها وتصبح عديمة الفائدة .

٥ ـ الحالة الطبيعية :

تعتبر الحالة الطبيعية التى يوجد عليها الغاز من أهم العوامل الفعالة فى نشره والتى تتحكم الى حد كبير فى كيفية استعماله وهكذا ننظر الى الحالة الصلبة للعامل الكيميائى على أنها أصلح حالاته التى يسهل استعماله فيها بكفاية منقطعة النظير ، اذ تملأ المادة الصلبة كل حيز القنبلة ، بينما لو استعملت مادة سائلة فى حشو القنابل فانه يلزم ترك فراغ فى القنبلة ليجذبه احتياجات

تمدد السائل بداخلها ، أما اذا استعمل الغاز على صورته الأصليه فيبذل فى هذه الحالة مجهود كبير لتعبئته تحت ضغط عالى أو درجة حرارة منخفضة ، الأمر الذى يستلزم استعمال قنابل ذات جدار سميك لتحمل الضغوط العالية .

٦ ـ درجة الانصهار ودرجة الغليان :

واخيرا ينبغى الا تتأثر المادة الصلبة المستعملة ـ كغاز حربى ـ بتقلبات الجو وذلك بأن تكون درجة انصهارها (اى تحولها من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة) اعلى من أى درجة حرارة يمكن أن يصل اليها الجو . وينطبق هذا على المواد السائلة ايضا اذ يجب أن تكون درجة غليانها فوق أى درجة حرارة يمكن أن يصل اليها الجو كذلك حتى لا تغلى وهى بداخل القنبلة فى الجو الحار وتكون عرضة للانفجار قبل استعمالها .

المتطلبات التكتيكية :

تختلف الاحتياجات التكتيكية كثيرا عن الاحتياجات التكتيكية (متطلبات التصنيع) . وبينما تتشابه الاحتياجات التكتيكية الى حد كبير فى جميع الغازات ، نجد أن الاحتياجات التكتيكية تختلف من غاز لآخر . فعند استعمال الغاز على أرض سوف تحتلها الجيوش المهاجمة ، ينبغى أن يكون هذا الغاز من النوع غير الدائم ، حتى لايسبب تعويقا للقوات المهاجمة ، ولا نكون بعيدين عن الواقع اذا قلنا بأن الغازات الدفاعية يجب ان تكون من النوع الثابت الدائم حتى تؤثر على مجهود العدو الحربى ، وبالعكس تكون الغازات الهجومية اذ يجب أن تكون من النوع غير الثابت سهل التطاير حتى لا تؤثر بثباتها على حركة الجيش المحتل .

ومن ناحية أخرى ينبغى الا تكون كثافة الغاز كبيرة اذ يتجه الى الأرض ويلتصق بها ويصبح عديم الفائدة ، كما لاينبغى كذلك أن تكون كثافته قليلة ، وبالتالى يتطاير الغاز فى طبقات الجو العليا ، وفى هذه الحالة يكون فى مدى مرتفع عن مجال تأثيره على الجنود أو السكان ، بل يجب أن تكون كثافة الغاز متوسطة بين هذا وذاك حتى يظل الغـاز معلقا فى الجو على ارتفاع يقرب من ١٨٠ سم من الأرض وهو متوسط طول الانسان ، وبالتالى يظل دائما فى حدود فاعليته وتأثيره على الجنود . ولا تستعمل الغازات ذات الـكثافة العالية الا فى حالة البحث عن الجنود المختبئين

ومن الأمور الهامة كذلك فى تكتيك استعمال الغـــازات فى الحروب أن تكون على درجة عالية من السمية بحيث تكون فعالة وقاضية . وأن تكون كذلك عديمة اللون والرائحة حتى لايستطيع العدو تمييزها والاحتياط لمقاومتها بل يفاجأ بها .

ومن الشروط الأساسيـــة كذلك الواجب توفرها فى الغازات الحربية ان تكون ذات قدرة كبيرة على النفاذ ، وأن تكون مضاعفة الأثر اى تؤثر فى أكثر من اتجاه ، فهى قد تكون حارقة بجانب كونها خانقة ، أو أن تكون مسيلة للدموع عـــلاوة على احداثها للشعور بالغثيان وهكذا .

ويكفى للتدليل على قوة الغازات الحربية ومدى تأثيرها على الانسان أن نعلم أن ٢٠ من ١٠٠٠ جزء من الجرام من غاز الخردل تكفى عند استنشاقها للقتل . وقد وجد أن الطن الواحد من غاز الخردل هذا يكفى لقتل ٤٥ مليونا من البشر .

انواع الغازات :

تقسم الغـازات الحربيـة من حيث تأثيرها على الانســان الى الأنواع التالية :

١ ـ غازات حارقة :

تترك هذه المواد ـ سواء أكانت صلبة أم سائلة أم في شكل رذاذ يظهر كما لو كان غازا ـ آثارا على الجلد تختلف في شدتها من البثور الصغيرة حتى التآكل الكبير • وهي من النوع الذي لا يجدي معه الوقاية باستعمال الأقنعة الواقية •

٢ ـ غازات مهيجة للرئتين :

وهي مواد تنتج حروقا ، أو تهيجا بالغ الشدة في الغشاء المخاطي المبطن لقنوات وشعب الجهاز التنفسي قد تفضي الى الموت•

٣ ـ غازات مثيرة للحساسية :

وهي غازات تؤدي عند استنشاقها ولو بكميات ضئيلة جدا الى العطس والصداع يعقبه شعور بالرغبة في القيء ثم هبوط جسماني • ويطلق هذا النوع من الغازات في الجو في صورة رذاذ دقيق جدا يبدو كالغاز •

٤ ـ غازات مسيلة للدموع :

وهي مواد مهيجة تعمل على ادرار الدموع بغزارة وتسبب تهيجا شديدا ، ولكنه مؤقت في أغشية العين بحيث ينتج عنها عمى مؤقت يدوم طويلا •

٥ ـ غازات سامة :

وهي تؤثر على الجهاز العصبي المركزي فتسبب شللا يؤدي الى الموت كما يمكن كذلك تقسيم الغازات الحربية من حيث طبيعتها ودوامها الى نوعين :

١ ـ غازات ثابتة :

ويحتوى هذا النوع على الغازات التى تتطاير ببطء ، وعلى هذا فان تأثيرها يدوم لفترة طويلة ، اذ لا تنتشر فى الجو بسهولة . كما تتحلل هذه الغازات بفعل الهواء الجوى تحللا بطيئا يزيد من فاعليتها . وتظل هذه الغازات معلقة فى الجو بنفس الصورة التى تلقى بها . ويعد هذا النوع من الغازات من أكفأ ما يستعمل لهذا الغــرض . ومن أمثلة هذه الغازات يحتل غاز الخـــردل مكان الصدارة .

٢ ـ غازات غير ثابتة :

ويحتوى هذا النــوع على مجموعة من الغازات لها صـــفات تختلف كثيرا عن صفات غازات النوع الثابت ، ولذلك فتــأثيرها سريع لسهولة تحللها ، قليل الدوام لسرعة انتشارها وتوزعها فى الجو . ويعتبر غاز الفوسچين مثلا واضحا لهذا النوع منالغازات.

ويصلح النوع غير الثابت من الغازات الحربية للاستعمال ضد المواقع قبل بدء الهجوم عليها بوقت قليل لشل حركة العدو مؤقتا بعكس غاز الخردل الذى يعمل على بث الرعب بين صفوف العدو اذ يدوم أثره طويلا يرتبك معه العدو ويفقد سيطرته على نفسه .

ويبين الجدول التالى عــددا من الغازات الحربيــة ونوع تأثيرها (ومدة فاعليته) وكيفية الوقاية منها .

الغاز	نوع التأثير	مدة فاعلية التأثير	نوع القناع الواقى
الكلور	مهيج لأغشية الرئة	١ دقائق	الفحم وجير الصودا
الفوسجين	« «	١٠ـ٣٠ دقيقة	« «
الخردل	حارق	١ ـ٧ أيام	الفحم
لويزيت	«	١ ـ٧ أيام	«

وسائل نشر الغازات الحربية :

تختلف أساليب نشر الغازات الحربية عموما باختلاف نوعها ، وحسب نوع الموقع الذى سيهاجم ، ونوع الأثر المطلوب احداثه . ومن الوسائل العديدة المستعملة فى هذه الناحية ومن أكفئهـا كذلك : أغلفـة المواد الشديدة الانفجار وهى ما تسمى بقنـابل الغاز ، والهاون الكيميائى عيار ٢ر٤ بوصة ، والقنابل التى تلقى من الجو ، والأسطوانات الكيميائية (وهى ما تسمى عادة بالشموع)، وذلك بجانب القنابل اليدوية .

ولقد كان لمدافع الهاون عيار ٢ر٤ بوصة تاريخ حافل فى الحرب العالمية الثانية ، اذ أن المدفع سهل الحمل ويتميز بماسورة انطلاق تعطى الطلقـة مدى أكبر ودقة بالغة فى اصـابة الهدف واشتعالا سريعا . ومن هنـا تبدو الأهمية القصوى لاستعمال هذا المدفـع لانقاء القنابل شديدة الانفجار ، ولهذا فهو يستعمل بواسطة القوات البرية والبحرية ، وبالذات الضفادع البشرية ، كمـا أنه ملائم تماما لقصف مدافع العدو قبل انزال المعدات الحربية الى الساحل .

وقد يطلق غازان من هذه الغازات فى الجو وبمجرد تلامسهما يتفاعلان وينتج عن ذلك حدوث الأثر المطلوب . وتدفع هـذه الغازات فى كثير من الأحيان من خزانات توجد تحت أجنحة الطائرات التى تعمل على نشرها فى الجو .

طرق الوقاية من الغازات :

للوقاية من تأثير الغازات السامة أو الحربية عامة ، ينبغى أن يكون هناك جهاز أو وسيلة تمنع وصـول تلك الغازات الى أماكن تأثيرها من جسم الانسان مثل العينين والرئتين ، ومن هنا كانت أهمية انتاج الأقنعة الواقية من الغازات • وتحتوى تلك الأقنعة على مواد كيميائية مختلفة ، تعمل كلها على ادمصاص الغازات (تعنى كلمة ادمصاص Absorption التصاق الغـــاز بالسطح الصلب للمواد الكيميائية الموجودة داخل القناع ، وليس النفاذ بداخلها ، بعكس كلمة امتصاص Absorption التى تعنى الى حد كبير النفاذ بالداخل أو بمعنى آخر الذوبان مثل ذوبان الغـــازات فى السوائل كما فى حالة المياه الغازية ، اذ يذوب غاز ثانى أوكسيد الـكربون فى السائل تحت ضغط كبير ، وعند ازاحة هذا الضغط بازاحة غطاء الزجاجة يتصاعد كثير من الغاز الذائب) •

وتحتوى الأقنعـــة الواقية بجانب المواد الكيميائية المختلفـة على مرشحات تســاعد المواد الكيميائية على القيام بعملها بكفاية تسمح بالوقاية •

أما فى حالة القنابل الحارقة أو المواد الحارقة عامة سواء كانت غازية أم سائلة أم صلبة ، فانه يلزم فى هذه الحالة ارتداء ملابس تتكون من نسيج يدخل فى تركيبه مواد بلاستيكية غير منفذة حتى لا تصل المواد الحارقة الى الجلد ، كما يحسن كذلك استعمال أحذية خاصة حتى يمكن بهذا تغطية الجسم كله •

وقد استعملت حتى عام ١٩٤٢ أقنعة للوقاية من تأثير الغازات السامة بها مادتان كيميائيتان منفصلتان عن بعضهمـــا البعض ، وتوجدان بداخل القناع على التتابع ، وكانت احدى هاتين المادتين هى الفحم المنشط الذى يرسب بداخله كمية من النحـاس ، أما

المادة الثانية فكانت جير الصودا • ويتكون جير الصودا عادة من المواد الآتية :

١ ـ الجير المطفى وهو المادة الفعالة الأصليـــة التى يلتصق بسطحها الغاز المراد الوقاية منه •

٢ ـ سمنت بورتلاند : ويوجد بكمية قليلة فقط حتى تعطى الخلطة الكلية الصلابة المطلوبة •

٣ ـ الكيسلجور : وهى مادة طينية وتعمل فى القنــاع على زيادة حجم الكتلة النهائية •

٤ ـ الصودا الكاوية : وتعمل على تنشيط الجير المطفىوزيادة قابليته لادمصاص الغاز الى سطحه •

وتصنع المادة أو الخلطة النهائية لكل تلك المواد السابقة فى صورة حبيبات ويرش عليها قليل من محلول برمنجنات الصوديوم أو البوتاسيوم ، وذلك بغرض التخلص من المواد الضارة التى قد توجد فى الفحم ، أو من المكونات الأخرى التى توجد على صــورة شوائب تقلل من نشاطية محتويات القناع •

ومن أهم الصفات التى يجب أن تتــوفر فى الفحم حتى يكون نشطا وصالحا لادمصاص الغازات ، أن يكون مساميا الى أبعــد الحدود وأن تكون تلك المسام دقيقة جدا ، وذلك لزيادة السطح الفعال فيه • ويتم ذلك أثناء تصنيع الفحم المستعمل لهذا الغرض اذ يقطع الخشب فى شكل شرائح دقيقة جدا ، ثم يجرى تفحيمها فى قمائن دوارة عند درجة حرارة تصل الى ٤٠٠°م ، ثم يعالج الخشب بعد ذلك ببخار الماء المسخن حتى درجة حرارة ٩٠٠°م •

ويعمل الفحم والمحتويات الأخرى بالقناع على ادمصاص كمية كبيرة من الغازات كما تعمل بجانب ذلك علىازالة المواد غير المرغوب فيها الداخلة الى الرئتين فى عملية التنفس أو الى العينين ، وذلك بتكثيفها وتحويلها الى سوائل أو مواد تلتصق بسطح الفحم والمكونات الأخرى • ولزيادة نشاطية الفحم المستعمل فى الأقنعة تضاف اليه مادة كبرتيات النحاس اما منفردة أو متحدة مع البوتاسا الكاوية أو نترات الفضة (كبريتات النحاس مادة كيميائية صلبة زرقاء اللون وتسمى عند العامة باسم التوتيا الزرقاء أما نترات الفضة فهى أيضا مادة كيميائية صلبة بيضاء اللون وتستعمل فى الطب لمس العيون تحت اسم حجر جهنم) • وتعمل كل تلك المواد الجديدة المضافة الى الفحم على تحلل المركبات التى تقلل من نشاطيته ، ثم التخلص منها •

طرق تصنيع الغازات الحربية :

وذكرنا سابقا أنه لتصنيع الغازات الحربية لابد من توافر المادة الخام ، ولا بد كذلك من أن تكون اجراءات تحضيرها منالسهولة بمكان ، وذلك ما هو واقع فعلا ، ولكن يستلزم تحضيرها بعض الاجراءات الوقائية • وفيما يلى فكرة عامة عن المواد الأولية اللازمة لتحضير بعض هذه الغازات :

١ ــ غازات مسيلة للدموع ((غاز كلور اسيتوفينون)) :

يلزم لتحضيره المواد الخام الآتية : حامض الخليك ، غاز الكلور التجارى ، الكبريت ، البنزين وبخار الماء وذلك باستعمال عامل مساعد مثل كلوريد الألومنيوم •

٢ ـ غازات مهيجة للرئتين ((غاز الفوسجين)) :

ويتكون بتفاعل جزئيات متساوية من غاز أول أوكسيد الكربون (وهو أحد مكونات غاز الاستصباح) وغاز الكلور . ويلزم لتصنيع غاز الفوسجين المواد الخام الآتية : الهواء ، الفحم وغاز الكلور .

٣ ـ غازات مثيرة الحساسية ((غاز الخردل)) :

تستعمل فى تحضيره المواد الخام : الكحول الأيثيلى ، الكبريت وغاز الكلور .

٤ ـ غاز الـكلور :

يحضر هذا الغاز بالتحليل الكهربائى لمحلول ملح الطعام .

٥ ـ غاز كلورو بكرين :

يحضر هذا الغاز بتأثير غاز الكلور على حامض البكريك .

(لم أدخل فى تفاصيل تحضير هذه الغازات لبعدها عن مستوى هذا الكتيب) وفيما يلى جدول يحتوى على بعض الغازات الحربية ، وصفاتها المختلفة ، من حيث ثباتها صيفا وشتاء ، ونوع تأثيرها على جسم الانسان ، ومدة هذا التأثير ، ومدى تأثرها بالماء .

الغاز	الثبات صيفا	الثبات شتاء
كلور أسيتوفينون	صلب لمدة عدة أيام يدوم عند حرقه ١٠ دقائق	صلب لعدة أسابيع ١٠ دقائق عند حرقه
الفوسجين	١٠ دقائق فى الهواء الطلق ٣ دقائق فى الاحراش	٢٠ دقيقة فى الطلق ساعتان فى الاحراش
كلور بكرين	١ ساعة فى الطلق ٤ ساعات فى الاحراش	١٢ ساعة فى الطلق اسبوع فى الاحراش
سيانيد الهيدروجين	٥ دقائق فى الطلق ١٠ دقائق فى الاحراش	١٠ دقائق فى الطلق ساعة فى الاحراش
الخردل	٢٤ ساعة فى الطلق اسبوع فى الاحراش	عدة اسابيع فى الطلق والأحراش
لويزيت	٢٤ ساعة فى الطلق أسبوع فى الاحراش	اسبوع واحد
كلارك ١	٥ دقائق عند نشره بالقنابل ، ١٠ دقائق عند نشره بالشموع الكيميائية	مثل الصيف
كلارك ٢	كالسابق	كالسابق

التركيز القاتل ملليجرام/لتر	الثبات عند التخزين	التأثر بالماء	نوع التأثير
٣٤و. لمدة نصف ساعه ٨٥و. لمدة ١٠ دقائق	ثابت	لا يتأثر	مهيج للجلد والعين
٣٦و. تعرض ٣٠ دقيقة ٥٠ر. تعرض ١٠ دقائق	ثابت في أوعية جافة من الصلب	يتحلل سريعا	يحرق الرئة ويسبب خروج الماء من الانسجة
٨٠ر. تعرض ٣٠ دقيقة ٠٠ر٢ تعرض ١٠ دقائق	ثابت جدا في أوعية من الصلب	يذوب بكميات ضئيلة جدا	يهيج الاذن والحنجرة والرئة . شعور بالقيء والضيق
١٥ر. تعرض ٣٠ دقيقة ٢٠ر. تعرض ١٠ دقائق	ثابت عند ازابته في مذيبات	يذوب ويتحلل يتحلل ببطء	شلل الجهاز العصبي الرئيسي المركوز
٠٧ر. تعرض ٣٠ دقيقة ١٥ر. تعرض ١٠ دقائق	ثابت وهو في أوعية من الصلب	يتحلل ببطء	يذوب في الجلد والرئتين وتحدث حروقا (يلتهب)
٠٤٨ر. تعرض ٣٠ دقيقة ٠١٢ر. تعرض ١٠ دقائق	ثابت وهو في أوعية من الصلب	يتحلل بسرعة	يذوب في الجلد ويحدث حروقا وتسمما (يلتهب)
٦ر. تعرض ٣٠ دقيقة ١٥ر. تعرض ١٠ دقائق	يتحلل ببطء	يتحلل ببطء	عطس وصداع وقيء
١ر. تعرض ١٠ دقائق	ثابت جدا	لا شيء	عطس ، صداع وقيء

ستائر الدخان

تعرف المواد الكيميائية التى من هذا النوع بأنها مواد تنتج عند انتشارها فى الهواء سحبا كثيفة تتكون من مواد صلبة أو سائلة أو غازية ، وتكون مجزاة تجزيئا دقيقا جدا ، أو أن تكون خايطا من اكثر من واحدة منهـا . وتستعمل ســتائر الدخان لتغطية الجيوش اثناء العمليات الحربية ، أو التمويه على تحركات القوات المحاربة .

والسحاب الدخانى القياسى ـ أى الذى يتخذ أساسا لقياس قوة أى سحاب آخر لتقدير صلاحيته ومدى استعماله ـ هو ذلك السحاب الذى يبلغ سمكه ٣٣ مترا تقريبا ، بحيث يحجب تماما ضوء مصباح كهربائى قوته ٢٥ شمعة .

وهناك نوعان من ستائر الدخان أو السحب الكيمائية التى يمكن استعمالهما فى هذا المجال : سحب بيضاء ، وسحب سوداء .

ومن المعلوم أن السحب البيضاء أقل انفاذا للضوء من السحب السوداء ، ولكن لايتوقف صلاحية سحب الدخان للتغطية على مدى نفاذ الضوء منها بل علي النسبة المئوية للأشعة المنحرفة عنها عند سقوطها عليها ، وعلى ذلك تحجب سحب الدخان الأبيض اكثر مما تحجب سحب الدخان الأسود وذلك لقدرتها الكبيرة على كسر الضوء .

ويبين الجدول التالى بعض أنواع السحب ولونها ومصادر تكوينها وقوة تغطيتها .

المادة	السحب الناتجة	قوة التغطية
الفوسفور الأبيض أو الأصفر	بيضاء	٣٥٠٠
الضباب الصناعى (بخار ماء وبخار زيت وقود)	بيضاء	—
الزيت الخام (خليط من مواد هيدرو كربونية)	سوداء (ينتج عن احتراق غير كامل)	٢٠٠
مخلوط ثالث أوكسيد الكبريت	يحتاج لنسبة عالية من الرطوبة ليعطى سحبا بيضاء	٢٢٤٠

ويتوقف ظهور بعض سحب الدخان الصناعية المستعملة فى الحروب على عدة عوامل ، نذكر منها عاملا هو أهمها ، وهو مقدار الرطوبة التى فى الجو ساعة اطلاقها ، اذ أن بعض المواد الكيميائية مثل حامض الكبريتيك المركز وحامض الهيدروكلوريك المركز ، لاتنتج السحب الا فى جو مشبع ببخار الماء .

ومن المواد التى تنتج سحب الدخان ، ما يدخل فى تركيبه عنصر الألومنيوم أو الزنك ، وفى هذه الحالة تصنع المادة فى صورة شمعة يضاف اليها العنصر المطلوب ، وعند احتراقها تنتج دقائق صغيرة من الفحم نتيجة الاحتراق مع دقائق من الألومنيوم وأخرى من الزنك تكون كلها مجتمعة سحب الدخان .

ومن المواد التى تنتج سحب الدخان كذلك الفوسفور الأبيض اذ يعمل بتفاعله مع الأوكسچين الجوى على تكوين مركب كيميائى يتحد مع بخار الماء الموجود بالهواء الجوى ليكون سحبا بيضاء كثيفة .

وتستعمل القوات المسلحة فى بعض الأحيان سحبا من الدخان ملونة لاعطاء اشارات معينة أو لتميزها عن العدو ، وتتكون من مواد كيمائية تعطى سحبا من الدخان الأبيض ، وتنطلق معها فى نفس الوقت أصباغ تعطى اللون المطلوب .

وتعمل الجيوش على نشر هذه السحب بوسائل متعددة ، احدى هذه الوسائل هى الرش بالطائرات (مثل رش المبيدات الحشرية من الجو) وذلك باستعمال خزانات بها تلك المواد تحت ضغط • ومن وسائل نشر تلك السحب كذلك استعمال أغلفة متفجرة تحتوى على المادة الكيميائية التى تنتج سحب الدخان ، بحيث تنطلق السحب عند انفجارها كما يحدث عند تفريق المظاهرات باستعمال قنابل الدخان .

وتستعمل القوات البحرية أوعية عائمة لتنتج الدخان لحجب الموانى والشواطىء عن الأعداء ، ولا تتأثر تلك الأوعية بالماء • ومن الوسائل المتبعة كذلك فى نشر سحب الدخان استعمال المولدات التى تعمل على تقطير زيت الوقود مع بخار الماء فينتج عنهما كميات هائلة من الضباب الصناعى يغطى مساحات شاسعة فى دقائق قليلة •

المواد الحارقة

النـــابالم

للقنابل الحارقة أشكال متعددة تختلف كل منها عن الاخرى فى طريقة تعبئتها ونوع المادة التى تكون عبوتها ، وكذلك المعدن الذى يصنع منه غلافها ، وحجم هذا الغـــلاف . والأثر الذى تتركه القنبلة عند الاحتراق .

وقد استعملت فى الحرب العالمية الثانية أشكال متعددة من القنابل الحارقة كان أكثرها شيوعا ، القنبلة الحارقة زنة أربعة أرطال . وتتميز هذه القنبلة بأنها سداسية الشكل ، طولها ٥٣سم ويصنع غلافها من المغنسيوم وتتكون عبوتها من مخلوط (الثرميت) «مخلوط الثرميت يشبه تكوينه الى حد كبير تركيب مخلوط سيخ

اللحام» . وينتج عن احتراق الثرميت انطـــلاق كمية هائلة من الحرارة تعمل على صهر المغنسيوم الذى يكون جـــدار القنبلة ، وتنطلق قطع المغنسيوم المنصهرة الى مسافات تصل ١٧ مترا .

ومن القنابل الحارقة نوع آخر يزن ستة أرطال ، ولـكن غلافها من الصلب وطولها ٤٧ سم ، وتحتوى تلك القنبلة على مادة حارقة شديدة الأثر تتكون من جازولين فى صـــورة چيـلاتينية مضافا اليه مادة النابالم ، يعبــأ مخلوط المــادتين فى كيس من القماش السميك ويوضـع داخل القنبلة مبــاشرة بدون تغليف . أما القذيفة ذاتها فتنطلق باستعمال المسحوق الأسود السابق ذكره كمادة قاذفة الى مسافة تصل الى ٧٠ مترا .

النـــابالم :

مركب النابالم الذى يدخل فى تكـــوين معظم القنـــــابل والمساحيق والسوائل الحارقة من المواد الكيميائية التىاسترعت الانتباه فى الحرب التى دارت رحاها فى بلدنا هذه الأيام .وقد كانت أحد الأسلحة الغادرة التى استعملها العـــدو فى حرب لم تتسم أبدا بخلق ، فمادة النابالم ــ كالغازات السامة ــ محرمة دوليا .

والنابالم مادة كيميائية تتكون من عدة أنواع من الصـــــابون المعدنى (أى صابون عادى يدخل فى تركيبه معدنالألومنيوم .) ويتكون مخلوط الصابون هذا من الصودا الكاوية ، مضافة الى زيت جوز الهند وأى زيت نباتى آخر ، يدخل فى تركيبهحامض الأولييك ، وهو تركيب الصابون العادى الذى نســـتعمله فى منازلنا .

وتحضر مادة النابالم في الصناعة وللاستعمال الحربى باضافة الشبة النقية (الشبة مادة نقية كيميائية تتركب من كبريتات بوتاسيوم وألومنيوم معا وهى المادة التى تستعمل فى ترويق مياه الشرب فى المدن) الى الصابون العادى ـ الذى نستعمله والذى تدخل الصودا الكاوية فى تركيبه ـ بجانب نوع آخر من الصابون الصناعى . وبعد فترة قصيرة من اضافة الشبه الى الصابون تترسب مادة چيلاتينية هى الصابون المعدنى الذى يعرف بالنابالم . تترك هذه المادة حتى تجف بحيث لا تحتوى عادة الا على كمية ضئيلة من الرطوبة حسب المواصفات المطلوبة.

ولا يستعمل النابالم على حالته التى يحضر بها خالصا ، بل تضاف اليه مواد أخرى لتجهيزه بالشكل المناسب للاستعمال . وعند تجهيز النابالم تصهر المادة الصلبة (الصابون المعدنى) ثم تعبأ فى أوعية معدنية ، ويضاف اليه مادة كيميائية أخرى تسمى ألفا ـ نافتول . وهذه المادة تمنع تأكسده حتى لا يفسد. يخلط الجميع بالجازولين النقى فينتج مادة چيلاتينية تسمى الجازولين الهلامى أو الوقود السميك . وتختلف درجة لزوجة هذا الوقود حسب كمية النابالم التى تضاف اليه ، ويتوقف ذلك على الغرض المستعمل من أجله . فعند استعمال النابالم فى قاذفات اللهب مثلا يجب أن لا يكون تركيزه أكثر من ٤٪ بينما يصل هذا التركيز الى ٦ر٢٪ عند استعماله فى القنابل الحارقة الصغيرة . أما فى القنابل الحارقة زنة ستة أرطال فيصل تركيز مادة النابالم فيها الى ٩٪ .

وقد لا يكون الوقود السميك فى بعض الأحيان ذا قوام متماسك بالدرجة المطلوبة ، فيضاف اليه فى هذه الحالة بعض المواد الكيميائية مثل معدن المغنسيوم فيزيد من درجة صلابته ويقلل من هلاميته وبالتالى تزداد لزوجة الوقود . وتعمل مادة

المغنسيوم المضافة ، عملين فى وقت واحد ، فهى تعمـــل على زيادة سمك الوقود وانتاج حرارة أعلى عند الاحتـــراق ، ولهب ينتشر سريعا وقويا وذلك لما يتخلف عن الاحتــــــراق من رماد المغنسيوم المتوهج الذى يشع حرارته فى اتجاه الأرض .

وتلقى القنابل الحارقة الصغيرة فى مجاميع وليست فرادى حتى تغطى المساحة المطلوب احراقها . ويكون ضـــــمن تلك المجموعة من القنابل نسبة معينة من القنابل شديدة الانفجار ، وشحنات من الفوسفور الأبيض لتنشر الدخان فى صـــــورة سحابة كبيرة ، وذلك بغرض التأثير على نفسية الذين يعملون فى اطفاء الحرائق . وتضاف فى بعض الأحيان الى تلك المـــــواد الحارقة بعض المواد الكيميائية الأخرى تعمل على ابطاء معـــدل اشتعالها حتى تدوم الحرائق زمنا طويلا يزيد فيه الاشـــتعال حدة .

وفى حالة استعمال مركب النابالم فى صورة مسحوق يلقى من الطائرات تضاف اليه فى تلك الحالة مواد لزجة تعمـل على زيادة التصاقه بالجلد حتى لا تسهل ازالته، وبالتالى فانه يمتص بواسطة الجلد ثم يشتعل بعد ذلك داخله فيتمـــــزق الجسم ويتهتك الجلد .

وهناك من القنابل الحارقة نوع آخر يزن ٥٠٠ رطل ويعبـــأ بمادة النابالم الحارقة وحـــدها ، أو بالنابالم مخلوطا بالمغنسيوم حتى يزيد من اشتعاله . ولقد كانت أكبر قنبلة حارقـــة عرفت زنة ١١٠٠ رطل معبأة بالجازولين الســميك ، وهى تشـــــعل بواسطة قنبلة صغيرة زنة أربعة أرطال متصلة بها ، ويتكـــون غلافها عادة من معدن المغنسيوم . وينشر هذا النوع من القنابل الحارقة لهبا يصل فى سعته الى مساحة ملعب لكرة القـــدم ثم

تنتشر بعد ذلك . وفى الحروب الحديثة وصلت أحجام القنابل الحارقة الى أكثر من ذلك بكثير لتزيد من قوة التدمير .

ومن الأنواع العديدة للقنابل الحارقة الصغيرة ، نوع يسمى بقنابل الخفاش الحارقة . وفيها تربط كبسولة صغيرة تحتوى على ما يقرب من ١٧ جم من المادة الحارقة الى جسم الخفاش ، وتسقطها الطائرات على المدن ليلا . ويطير الخفاش بعدها الى أماكن متفرقة حاملا معه الدمار . وعندما يحاول الخفاش تخليص نفسه من تلك الكبسولة المربوطة به يشتعل الجازولين الهلامى (الوقود السميك) الذى يملأ الكبسولة . ويتم ذلك بواسطة مركب كيميائى تركيبه هو نفس تركيب مادة رأس عود الكبريت .

قاذفات اللهب

قاذفات اللهب جهاز خاص له تصميم معين يسمح بخروج الجازولين الهلامى المخلوط بالنابالم تحت ضغط كبير ، يساعد على قذف اللهب الى مسافة تصل الى ٧٠ مترا . ولقاذفات اللهب نوعان :

١ ــ نوع يحمله الجنود وهو صغير نسبيا ويملأ بالمادة الحارقة باستعمال الضغط .

٢ ــ نوع يحمل على دبابات وهو لذلك كبير الحجم نسبيا وفيه تدفع المادة الحارقة بواسطة مضخة تعمل ميكانيكيا . ويحترق الوقود السميك المختلط بالنابالم ، فى هذه الحالة عند خروجه من فتحة القاذفة باستعمال جازولين مشتعل يخرج من فتحة أخرى مساعدة ، ويشتعل الجازولين بواسطة شرارة

كهربائية ، وذلك عند الضغط على زناد معين كما يحدث بالضبط فى مسدس البوية .

ومن الأنواع العديدة للمواد الحارقة ، نوع آخر يمكن تحضيره باضافة مسحوق ناعم من معدن المغنسيوم الى كمية من الاسفلت . ولا يذوب معدن المغنسيوم فى الأسفلت ، بل يظل معلقا به فى صورة رقائق صغيرة جدا . يخلط الأسفلت بما يحويه من مغنسيوم مع ما يساوى وزنه من الجازولين السميك، ومع نوع معين من الزيوت ، ويضاف الى الخليط مادة مؤكسدة تساعد على زيادة الاشتعال ، ويكون الخليط فى النهاية مادة حارقة بيضاء اللون تقريبا تقترب فى شكلها من الدهانات المعروفة .

ومن أشد أنواع المساحيق الحارقة المعروفة حتى الآن مسحوق يتكون من مخلوط من قشور الألومنيوم والحديد (بالذات أوكسيد الحديد المسمى بالهيماتيت) ونترات الباريوم. يعلق هذا الخليط فى زيت البترول الخام ، ويعبأ بعد ذلك فى قنابل تسمى قنابل الثرميت ، وتصل درجة حرارة اللهب الناشىء عن استعمال هذا النوع من القنابل الى ما يقرب من ٢٥٠٠° م . ويمكن تصور الى أى مدى تصل درجة الحرارة هذه اذا علمنا أن درجة انصهار الحديد تقترب من ١٧٥٠°م . وتشبه هذه القنابل فى شكلها الى حد كبير قنابل المغنسيوم فيما عداغلافها الذى يصنع عادة من الصلب . وتتميز قنابل المغنسيوم بأن غلافها يحترق بشدةمن تلقاء نفسه اذا ما بدأ احتراق المادة الداخلية فى القنبلة .

بعض مستحدثات الوقاية

لقد كان لزاما على تلك العقــول التى أبدعت فى خلق مواد التدمير والقتل ، أن تبدع أيضا فى خلق مواد أخرى يمكن بهـا مقاومة آثار تلك المهلكات . وعلى هذا فقد حاول الكيميـــائيون انتاج كل ما يمكن بواسطة توقى الجسم خطر الأسلحةوالشظايا، وتوصلوا بالفعل الى انتاج مادة تسمى « الدورون » ، وتتكونمن ١٦ طبقة من نسيج من ألياف الزجاج ، يدخل بين مسافاتهامادة راتنجية لدنة (بلاستيكية) ، ويلتحم النسيج والمادةالبلاستيكية فى شكل نسيج سميك يستعمل لكى يحمى الطيارين والغواصين ورجال الضفادع البشرية ورجال البحرية عامة . ويتميز هــذا النسيج بأنه خفيف يعوم على سطح الماء ، كمـــا أنه فى الوقت نفسه يقى صاحبه من الشظايا التى قد تصيبه أثنـــاء العمليات ولكنه لا يمنع أثر الاصابة المباشرة .

الصواريخ

لم تكن العجالة السابقة عن القذائف 2 — V بكافية للتعرف على ماهيتها ، وقد كان لزاما علينا أن نفرد بابا ، ولو صــغيرا يحيط بهذه القذائف ـ وهى ما تسمى الآن بالصـــواريخ ـ من جميع نواحيها تاريخيا وعلميا واستعمالا .

وترجع فكرة انشاء الصواريخ الى عهد بعيد ، فهى ليست وليدة السنوات الأخيرة ، فقد قيل : ان الصينيين هم أول من فكر فى اطلاق الصواريخ فيما بين عامى ٣٠٠٠ ـ ٢٠٠٠ قبـــل

الميلاد . ولكن الثابت أن أولى المحاولات فى هذا الشأن كانت عام ٣٦٠ قبل الميلاد وذلك فى بلدة تورنتو بايطاليا ، وكانت وقتئذ مستعمرة يونانية .

وقد نشر فى أمريكا حديثا أن أحد أهالى الاسكندرية تمكن فى عام ٥٠ قبل الميلاد من تصميم آلة تتركب من اناء يغلى فيه الماء فيخرج منه البخار مضغوطا بضغط كبير ، ثم ينتقل خلال أنبوبة الى كرة جوفاء بسطحها فتحة مائلة يخرج منها البخار المضغوط فى اتجاه يميل على سطح الكرة ، وعندئذ تدور الكرة حول محورها بسرعة تتوقف على معدل اندفاع البخار المضغوط خارجامن تلك الفتحة على السطح .

وقد ظهرت الصواريخ التى تعمل بالبارود لأول مرة كذلك فى بلاد الصين عام ١٠٤٠ من الميلاد . وقد استخدموها بعد ذلك فى حربهم ضد المغول فكبدوهم خسائر فادحة فى معركة بكين عام ١٢٣٠ . كما استخدم الأوربيون كذلك الصواريخ فى حروبهم عام ١٢٤٩ . ثم مالبثت الصواريخ أن أصبحت وسيلة من وسائل الألعاب النارية ، واستمر التقدم فى صناعتها ، وانتجت لها نماذج عديدة ومتنوعة .

ولم يبدأ التفكير فى استعمال الصواريخ فى الحياة العملية لبنى الانسان الا حوالى عام ١٤٢٠ حتى ظهر الاتجاه الى استعمالها فى تحريك السيارات ونقل الرسائل والطوربيدات وما الى ذلك من مظاهر الاستغلال . وظلت الصواريخوصناعتها عملية بدائية لم تتقدم حتى بدأ ظهور بعض القوانين العلمية الميكانيكية التى تبنى عليها فكرة الصواريخ . وكان ذلك فى عام ١٦٨٧ حين قدم نيوتن قانونه الشهير « لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه » . وكان نتيجة لهذا أن

تقدمت تلك الصناعة وازدهرت تماما فى حوالى القرن الثامن عشر . ولكى نوضح مدلول هذا القانون نورد هنا بعضا مما يلاحظه الناس فى حياتهم العملية . من ذلك ما يشعر به الجندى عندما يطلق عيارا ناريا من بندقيته ، اذ يحس بارتدادها على كتفه بقوة تتوقف على طول المسافة التى تمثل مرمى الطلقة. ويظهر هذا واضحا أيضا عند اطلاق المدافع ، اذ تتحرك الى الخلف فى اتجاه مضاد لاتجاه خروج طلقاتها . كما يمكن التمثيل كذلك برشاشات المياه التى تروى الحدائق ، فهى تعمل وتتحرك يمينا ويسارا بفعل قوة انطلاق المياه من فتحاتها .

ولم يبدأ استعمال الصواريخ كسلاح للقتال والتدمير الا فى عام ١٧٦٠ ، وكان ذلك على يد الأمير الهندى حيدر على اذ استعمل تلك الصواريخ البدائية ، وزود بها فرقة كاملة ، وكانت تنطلق الى مدى ميل واحد ، وكان أن هزمت بريطانيا شر هزيمة فى معركة هنتور مما شجع على زيادة تسليح الجيش بها وهزيمة البريطانيين من جراء ذلك هزيمة نكراء . وكرد فعل لهذا فقد فكر البريطانيون فى تطوير الصواريخ الحربية وتحسين انتاجها ، ثم استعملوها هم فى تدمير مدينة كوبنهاجن فى الدانمرك ، فقد استخدموا أعدادا لا حصر لها من الصواريخ أتت على المدينة بأكملها .

وفى عام ١٨٤٦ أطلقت الولايات المتحدة أول صاروخ لها ، ثم أجرى عليه بعد ذلك عدة تحسينات ، منها تركيب زعانف له تساعد على دقة اصابة الهدف وبالتالى زيادة كفاءته .

وفى أوائل القرن العشرين قام كل من قسطنطين زيولكوفسكى الروسى وهيرمان أوبرت الألمانى الروسى وروبرت جودارد الأمريكى ، كل على حدة بتطوير المبادىء الأساسية لعمل

الصواريخ وتطبيق تلك المبادىء بحيث يتمكن الصاروخ من الخروج من مجال الجاذبية الأرضية والانطلاق فى الفضاء . ولكن الحظ العاثر لازم العالم زيولكوفسكى ، ولم يفطن الروس الى اكتشافه ، أما جودارد فقد قام ببحث استخدام المركبات التى تدفعها الصواريخ فى اطلاق أجهزة علمية الى طبقات الجو العليا . وفى عام ١٩٢٦ أطلق أول صاروخ يعمل بالوقود السائل ، وارتفع الى مسافة ٦٠ مترا . ولقد كانت تلك هى البداية الحقيقية لتطور صناعة الصواريخ التى وصلت بعد ذلك الى حد صنع جهاز لقيادة الصاروخ يتحكم فيه القرص الدوار. ثم توالت التحسينات بعد ذلك على طرق صناعتها حتى أمكن فى عام ١٩٣٥ صنع صواريخ تصل الى مسافة ٢٨٠٠ مترا وزادت سرعتها على ٧٠٠ ميل فى الساعة .

ويجدر بنا أن نذكر هنا أن أول صاروخ أطلق عام ١٩٢٩ كان مزودا ببعض الأجهزة العلمية مثل البارومتر لقياس الضغط ، والترمومتر لقياس درجة الحرارة ، علاوة على آلة تصوير صغيرة تسجل قراءاتهما عند أقصى ارتفاع يصل اليه الصاروخ . ثم أجريت تحسينات على صناعة الآلات التى تقوم بعملية التبريد الذاتى فى الصواريخ التى تعمل بالوقود السائل . وكان نتيجة لذلك أن يمر الوقود حول جدران الآلة فيعمل على تبريد غرفة الاحتراق ، حتى لا تؤدى الحرارة الهائلة الناتجة عن اشتعال الصاروخ الى صهر المعدن المصنوع منه .

وفى العشرينات الأخيرة من هذا القرن قرر الجيش الألمانى أن يتابع التجارب الخاصة بالصواريخ ، وتم بالفعل انتاج الصاروخ ف ٢ الذى سبق ذكره ، والذى يعتبر الأساس فى سلسلة القذائف الدفعية والمركبات التى تطلق الى الفضاء . وهو سلاح لا يفوقه سوى القنبلة الذرية . وقد سبق أن وصفناهذا

الصاروخ بأن طوله حوالى ٤٦ قدما ، وقطره فى أقصى اتساعه ٥½ قدم ، كما أنه يزن عند اطلاقه ٢٨٣٨٠ رطلا ، منها ما يزن عشرة أطنان من الوقود المكون من الكحول الايثيلى والأوكسچين السائل . كما كانت قوة دفعه تعادل ٥٦٠٠٠ رطل ويصل مداه الى ١٩٥ ميلا وبلغت سرعته القصوى ٣٥٠٠ ميل فى الساعة . ولما كانت هذه السرعة أكبر بمراحل من سرعة الصوت ، فقد كان من المستحيل أن يسمع لمروره فى الهواء صوت قبل أن يصطدم بالأرض كما كان من المستحيل كذلك اعتراضه أثناء الطيران . وكانت قوة دفع ذلك الصاروخ لا تعمل الا لمدة ٦٥ ثانية فقط من بداية طيرانه يندفع بعدها فى رحلته الى الهدف ، وكان يرتفع الى مسافة ٥٥ ميلا بعد ٣ دقائق من اطلاقه ثم يهبط بعد ذلك على الهدف بعد زمن يقل عن ست دقائق ، حاملا معه الدمار فى شكل ٢٢٠٠ رطل من المواد الشديدة الانفجار .

وفى نهاية الحرب العالمية الثانية استولى الروس على مركز صناعة الصواريخ فى ألمانيا ، وفر العلماء الذين كانوا يعملون به الى أمريكا ليستأنفوا عملهم هناك ، واستولى الأمريكيون كذلك على مصنع مقام تحت الأرض لانتاج الصواريخ ف-٢ بما فيه ونقلوه الى أمريكا .

وفى عام ١٩٤٨ أطلق أول صاروخ ذى مرحلتين ، وكان هذا العمل فى حد ذاته تقدما كبيرا وخطوة جريئة الى الأمام ، اذ أن اضافة مرحلة صغيرة نسبيا قد تؤدى الى اضافة زيادة ضخمة على سرعة الحمولة ، ولكن ثبت نجاح فكرة الصواريخ ذات المرحلتين فى أوائل عام ١٩٤٩ . وكانت هذه بداية لتطور صناعة الصواريخ المعروفة فى الوقت الحاضر باسم عابرة القارات ،

وكانت تطلق كلها من الأرض للأرض . لأغراض حربيــــة . ثم تطورت صناعة الصواريخ بعد ذلك بخطى واسعة حتى كان عام ١٩٥٧ حين أطلق الروس القمر الصناعى سبوتنيك ١ بواسـطة صاروخ ذى ثلاث مراحل من الأرض الى الجو . وبعد شهر من اطلاق القمر الأول أطلق القمر الثانى .

ثم أطلق الأمريكيون بعد ذلك قمرهم الصناعى الى الفضـاء الخـارجى باستعمال صــاروخ ذى ثلاث مراحــل كذلك ، كانت المرحلة الأولى عبارة عن قذيفة مستطيلة تعمل بالوقود السائل ، أما المرحلتان الثانية والثالثة فتتكون من صــواريخ صغيرة . ثم توالى بعد ذلك استعمال الصواريخ ذات الثلاث مراحل فى اطلاق سفن الفضاء لاستكشاف القمر والكون الخارجى . وقد استعمل الوقود السائل والوقود الجاف فى تشغيل هذه الصــواريخ كما سيأتى ذكره بعد . ثم اســتعملت الصــواريخ بعد ذلك لأغراض الدراسات العلمية ، مثل دراسة طبقــات الجو العليــا من حيث الضغط ودرجة الحرارة وسرعة الرياح وتركيب الهواء وتوزيع الغازات مثــل الأوكســجين والأوزون والنيتروجين ، كما أمكن كذلك دراسة الـكهرباء الجوية والاشــعاع الشــمسى والأشــعة الكونية .

وتبنى فكرة عمل الصــواريخ على رد الفعل الذى ينجم عن اندفاع الغازات الساخنة التى تخرج من مؤخرة الصــاروخ عند احتراق الوقود ، اذ تخرج الغــازات النــاتجة عن الاحتراق من غرفة الاحتراق التى تكون جزء كبيرا من جسم الصــاروخ ، ثم تضغط هــذه الغازات على الجانب المغلق من الغرفة فيندفع الى الماء . ويمكن تشبيه ذلك بحركة رجل الانسان عندما يسبح فى المــاء اذ يضرب برجليه الخلفيتين المــاء فيدفع جسمه الى الأمام كرد فعل .

ومن امثلة الصـــواريخ عابرة القـــارات الصاروخ الأمريكى تيتان ٢ ، ويحمل هذا الصاروخ رأسا ذرية ينقلهـــا الى الهـــدف على بعد يزيد على ٦٠٠٠ ميل . أما الصاروخ تيتان ٢ المعدل والذى يحمل سفن الفضاء فيستطيع أن يضع سفينة الفضاء بما تحمل من أشخاص ومن معدات فى مدار حول الأرض يبعد عنها بمسافة تزيد على ١٥٠ ميلا ، وبسرعة تقترب من ٧٥٠٠ ميل فى الساعة . ويبلغ ارتفـــاع الصـــــاروخ تيتان ٢ حـــوالى ٩٠ قدما . وهو ذو مرحلتين يبلغ طول المرحلة الأولى ٧٠ قدما والمرحلة الثانية ٢٠ قدما ، كما يبلغ قطره عشرة أقدام .

وتستطيع الآلات التى يحملها هذا الصاروخ أن تولد ما يعادل خمســـة ملايين حصـــان من القوة الدافعة ، تنتج المرحلة الأولى منها عند اطلاقها من الأرض قوة دافعة قدرها ٤٣٠٠٠٠ رطل ، بينما تنتج المرحلة الثانية التى تتولى عمليـــة التســـيير بعد نفاذ الوقود فى المرحلة الأولى مايوازى ١٠٠٫٠٠٠ رطل .

وهناك نوع من هذه الصواريخ يسمى بالصواريخ ذات المرحلة والنصف اذ أنها تعطى قوة دافعة مقدارها ٣٦٠٫٠٠٠ رطل .

وقود الصواريخ

تعمل الصـــــواريخ لاطلاقهـــا بوقود يعطى كميـــات هائلة من الطاقة التى تدفعها الى الهدف المنشود . ويتكون هـــذا الوقود من مادة تحترق ومادة تساعد على احتراقها تسمى بالمؤكســـد ، وأبسط مثل لها هو غاز الأوكسجين .

ويجدر بنا هنا أن نذكر أن المواد المسيرة للصاروخ تحتل ما يقرب من ٩٥٪ من وزنه ولهذا سميت الصواريخ وخزانات الغاز الطائرة .

وهناك نوعان من وقود الصواريخ :

١ ــ الوقود الصلب .

٢ ــ الوقود السائل .

ويمكن تقسيم الوقود الصلب الى نوعين منفصلين هما :

(أ) الوقود المتجانس ، وذلك مثل التركيبات التى تحتوى على النيتروسليلوز أو النيتروجلسرين ، وهى مركبات تحتوى فى تركيبها على الأوكسجين اللازم لعملية الاحتراق داخل الصاروخ .

(ب) الوقود المركب ويتكون من مخاليط من الوقود الذى يتكون أساسا من مواد بلاستيكية ، مضافا اليها مواد مؤكسدة فى صورة مسحوق ناعم جدا . ولا يحدث بين هذه المخاليط أى تفاعل كيميائى .

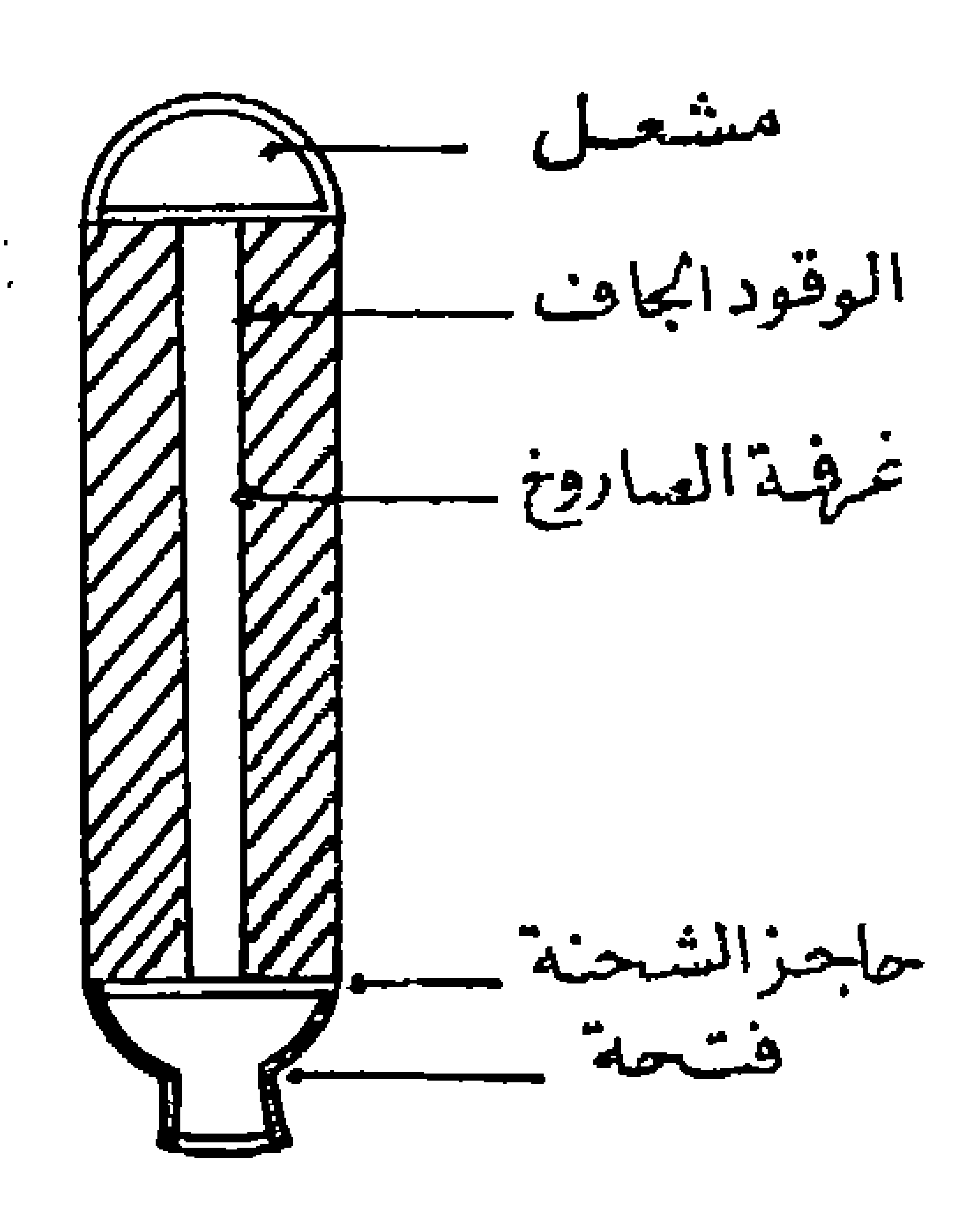
وهناك نوع ثالث من وقود الصواريخ يقع بين هذين النوعين ، وكمثال له النيتروسليلوز المخلوط مع مادة بروكلورات البوتاسيوم وهى تحتوى على كمية كبيرة من الأوكسجين فى تركيبها .

ويعتبر وقود الصواريخ الصلب من المواد المتفجرة متوسطة الانفجار .

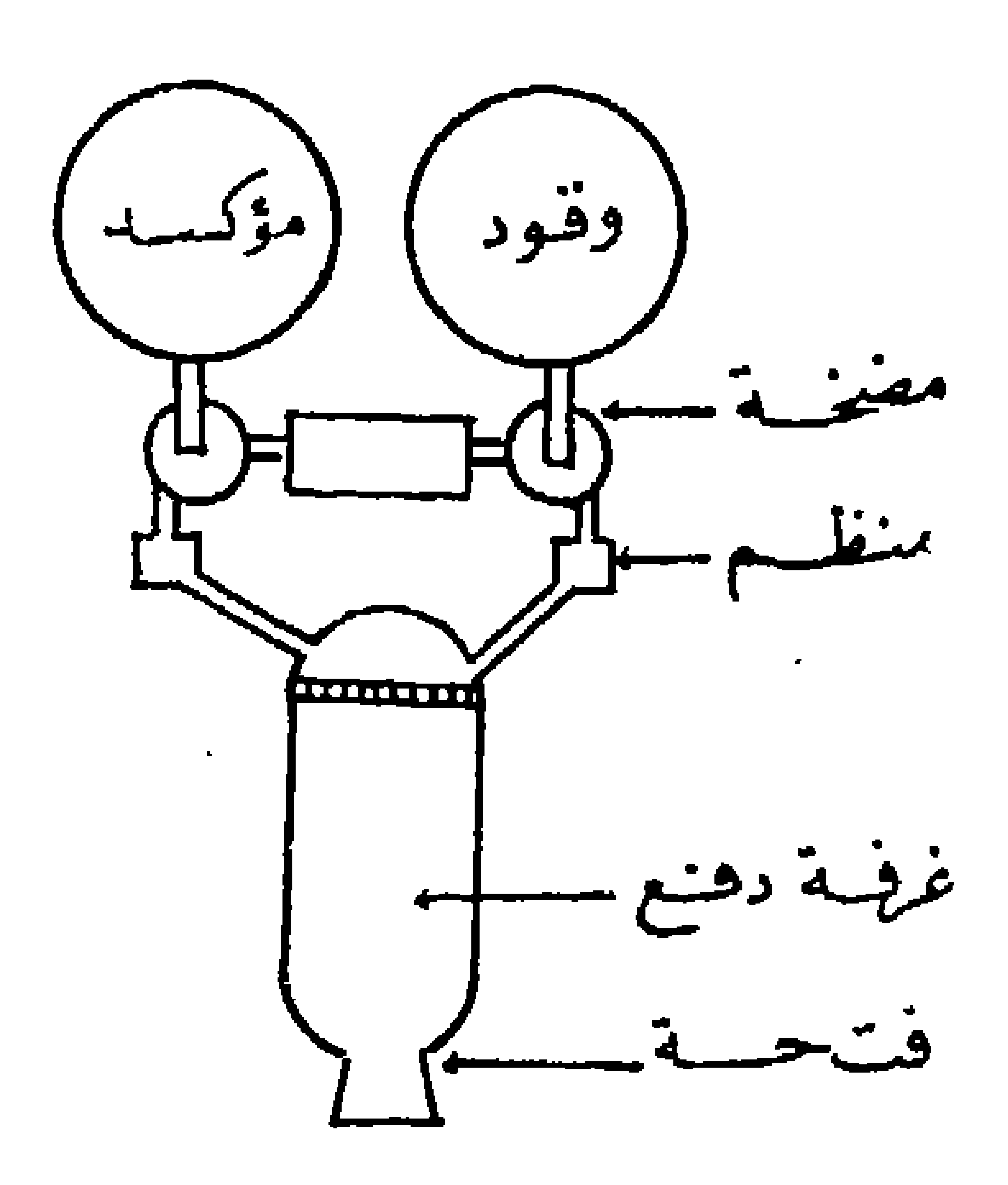
والوقود فى حد ذاته مادة تحترق ببطء ، ولكنها تتحلل سريعا لتعطي طاقة حرارية كبيرة وضغطا عاليا .

وتستعمل المواد البلاستيكية فى الوقود الصلب كما تربط حبيبات المادة المؤكسدة ببعضها البعض ، كما أنها هى ذاتها وقودا للصاروخ .

ونذكر من هذه المواد البلاستيكية المستعملة الأسفلت والمطاط الصناعى .



نموذج لصاروخ يعمل بالوقود الصلب



نموذج لصاروخ يعمل بالوقود السائل

الوقود السائل :

استعمل الوقود الصلب فى اطلاق أول صاروخ أثناء الحرب العالمية الثانية، ثم بدأ الاهتمام الكبير بتطوير الصواريخ واستحداث وقود لها ، فكان أن عرف الوقود الصلب والوقود السائل .

وتختلف الصواريخ التى تعمل بالوقود السائل عن تلك التى تعمل بالوقود الصلب بأن بها غرف احتراق كبيرة ومخزنان كبيران للوقود والمادة المؤكسدة .

وهناك نوعان من الوقود السائل : الأول لا يحتاج الى اضافة مواد أخرى اليه لكى يعطى الطاقة العظيمة التى يتطلبها اطلاق الصاروخ . وكمثال لهذا النوع من الوقود نذكر فوق أوكسيد الهيدروجين والكحول . وهما مادتان ثابتان عند درجة الحرارة العادية ولا تتحللان .

والنوع الثانى من الوقود السائل يتكون من الوقود ومادة أخرى مؤكسدة . وتوضع كل منهما فى مخزن منفرد . ولا يتم خلطهما الا فى غرفة الاحتراق بالصاروخ .

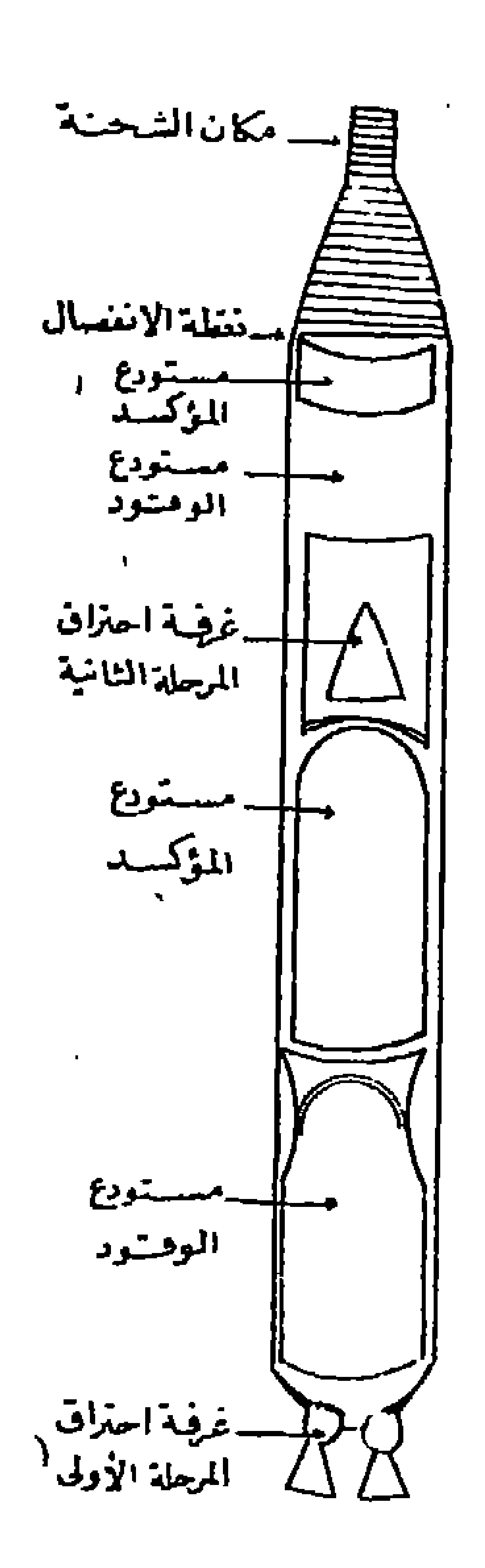
ومن أمثلة هذا النوع من الوقود الجازولين والأوكسجين السائل أو النشادر والأوكسجين المسال .

وهناك أعداد لا حصر لها من المواد التى يمكن استعمالها كوقود للصواريخ .

وأكثر أنواع الصواريخ شيوعا هو الصاروخ الكيميائى السائل الذى يستخدم فيه الوقود ومادة مؤكسدة كعاملين للتسيير ولقد استخدم الكيروسين والأوكسجين فى تسيير بعض أنواع الصواريخ الأمريكية . كما أمكن كذلك تحضير مواد مسيرة ذاتية الاشتعال اى يشتعل فيها الوقود والمادة المؤكسدة بمجرد اختلاطهما تلقائيا .

وفى الصاروخ الأمريكى تيتان ٢ ، استعملت مادة الأيروزين ٥٠ وهى عبارة عن مزيج من الهيدرازين كوقود ورباعى أوكسيد النيتروجين كمادة مؤكسدة . وكلتاهما مادتان يمكن تخزينهما

لمدة طويلة فى درجات الحرارة العادية . ويمتاز هـذا النوع من الوقود والمادة المؤكسدة عن استعمال الأوكسجين السائل ، لأن الأوكسجين يستلزم أن يحفظ فى درجة حرارة مخفضة جدا عن الصفر المئوى .



نموذج لصاروخ ذى مرحلتين

الصواريخ ذات المراحل الثلاث :

هناك نوع آخر من الصواريخ أستحدثت أخيرا وذات مدى كبير وهى الصواريخ ذات المراحل الثلاث ومن أمثلتها الصاروخ الأمريكى ساتيرن ٥ .

وتحتوى المرحلة الأولى على خمسة محركات من طراز ف ا تولد قوة دافعة مقدارها ٧½ مليون رطل ، وقطر خزاناته ٣٣ قدما، وتحمل ما يزيد على ٢٠٠٠ طن من الأوكسجين السائل والكيروسين . ويبلغ طول هذه المرحلة ١٣٨ قدما .

وتحتوى المرحلة الثانية من الصاروخ على خمسة محركات أيضا من طراز مختلف عن المحركات فى المرحلة الأولى ، وتولد قوة دافعة تعادل مليونا من الأرطال ، ويبلغ قطر خزاناته ٣٣ قدما . ويحمل ما يقرب من مليون رطل من الأوكسجين والهيدروجين السائلين . ويبلغ ارتفاعها ٨٢ قدما .

أما المرحلة الثالثة من الصاروخ فلا تحتوى الا على محرك واحد ، قوته الدافعة ٢٠٠ر٠٠٠ رطل . ويبلغ قطر خزاناته ٢١ر٥ قدما ، ويحمل مايقرب من ٢٠٠ر٠٠٠ رطل من المواد التى تسيره وهى من نفس نوع الوقود المستخدم فى المرحلة الثانية ويبلغ ارتفاع هذه المرحلة ٦٠ قدما . ويستطيع هذا الصاروخ أن يحمل ما زنته ١٢٠ طنا .

وبهذا أرجو أن أكون قد أعطيت فكرة عن مواضيع من أهم موضوعات الساعة ، بحيث يستطيع القارىء بعد ذلك التزود بما يراه مفيدا له من هذه المواضيع من المراجع المختلفة والأعم والأشمل .

شرح بعض الكلمات العلمية

درجة الانصهار : هى درجة الحرارة التى تتحول عندها المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة .

درجة التجمد : هى درجة الحرارة التى تتحول عندها المادة من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة .

درجة الغليان : هى درجة الحرارة التى يبدأ عندها السائل فى الغليان .

عملية أكسدة : هى اتحاد المادة بالأكسجين ومن أمثلتها تكوين صدأ الحديد اذ يتحد الحديد مع الأوكسجين الجوى لتكوين أوكسيد الحديد (الصدأ) .

اللدانة : تحول المادة من الحالة الصلبة الى حالة الطراوة بالحرارة ورجوعها ثانية اما بالحرارة كذلك أو بدونها .

معلق : مادة لا تذوب فى سائل بل تظل معلقة فيه فمثلا لو أضيف مسحوق الطباشير الى الماء فانه لا يذوب بل يظل معلقا ثم يستقر فى القاع بعد مدة .

مسحوق قصر الألوان : مسحوق يحتوى على مركب كيميائى فيه غاز الكلور وهو يعمل على ازالة الألوان ويستعمل فى تبييض الأنسجة .

حامض الخليك : وهو الخل الذى نستعمله فى الطعام ولكن بتركيز كبير جدا .

فسيولوجى (تأثير) : هو الأثر الذى يحــدث من عامل معين على جســم الانســـــان ووظائف أعضائه كالقلب والرئتين والعينين والجلد .. الخ .

التحليل الكهربائى : هو امرار التيــار الـكهربائى فى محلول مادة مثل كلوريد الصـوديوم وهو ملح الطعام فيتمثل هذا المحلول الى مكوناته الأصلية يتجه كل منها ناحية مختلفة .

خامل كيميائيــا : مادة لا تتفــاعل بل تظل كما هى مثــل غاز النيون . المستعمل فى الاضـاءة .

صورة تبين استعمال المتفجرات فى ازالة سد مؤقت

قاذفة لهب محمولة على دبابة



صورة تبين استعمال المتفجرات فى تفجير محجر وذلك لحظة انفجار مادة
نترات الانوتيوم

صورة تبين استعمال المتفجرات فى حفر مكان يصـــور خط أنابيب فى
مستنقع تحت مستوى الكاح

دار الكاتب العربي للطباعة والنشر
بالقاهرة

صحافة

